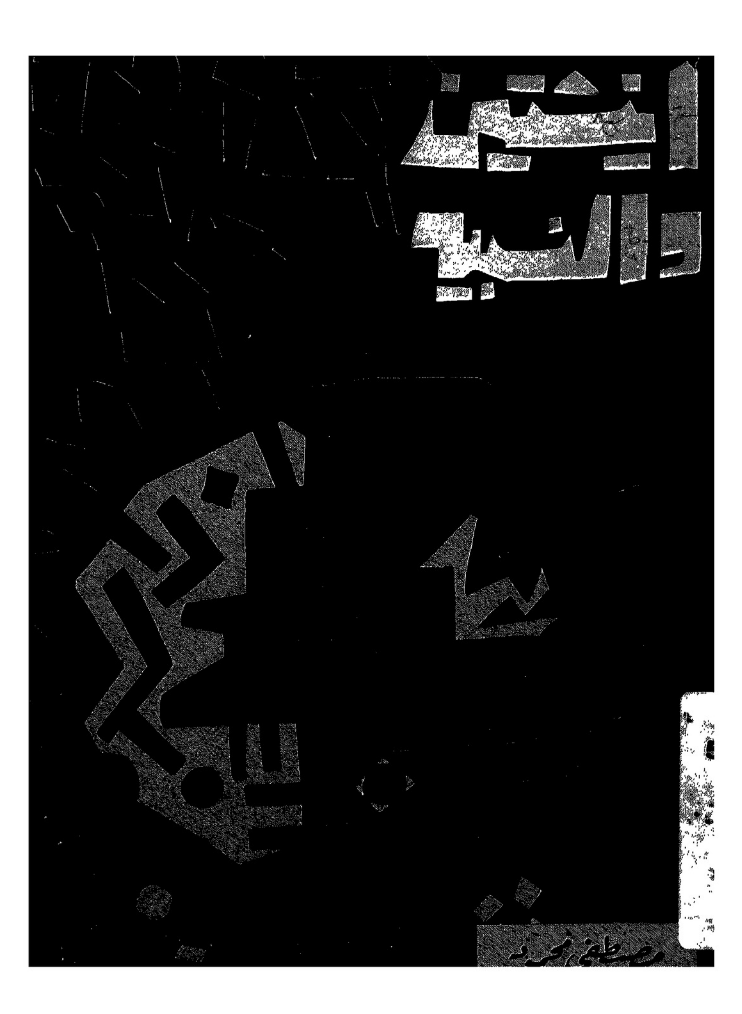
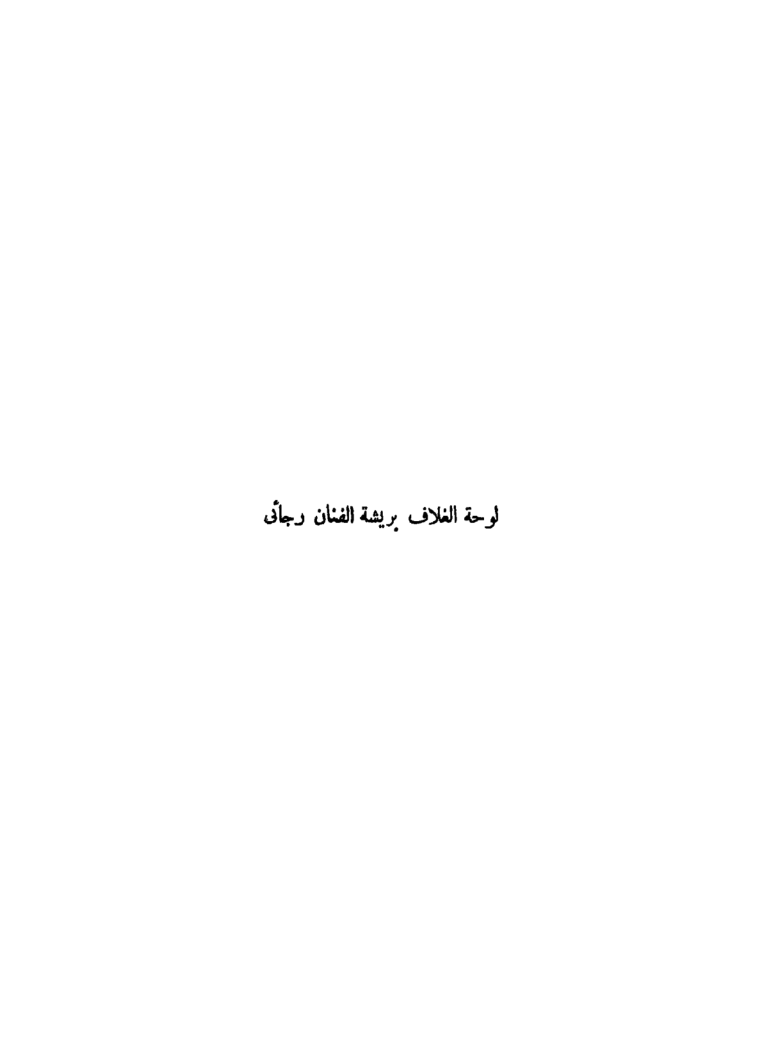

اينشتين
والنسبية
مصطفى محمود

اينشتين والنسبية

مصطفى محمود


لوحة الغلاف بريشة الفنان رجائى

اينشتين والنظرية النسبية

هل نحن نرى الدنيا على حقيقتها ؟

هل هذه السماء زرقاء فعلا . . وهل الحقول خضراء . . وهل الرمال صفراء ؟

وهل العسل حلو .. والعلقم مر ؟

هل المـاء سائل .. والجليد صلب ؟

وهل الخشب مادة جامدة كما تقول لنا حواسنا ؟

وهل حجارة الأرض مادة موات ، لا حركة فيها ولا دبيب ؟

وهل الزجاج شفاف كما يبدو لنا .. والجدران صماء كما نراها ؟

وهل الخط المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين كما تقول لنا الهندسة التقليدية التي تعلمناها .. وهل مجموع زوايا المثلث تساوى ٢ ق ؟

وهل أحداث الكون كلها ممتدة فى زمن واحد .. بحيث يمكن أن تتواقت بعضها مع بعض فى آن واحد فى أماكن متفرقة .. كما يتواقت خروج الموظفين مثلا من مختلف الوزارات فى ذات الوقت والساعة .. فنقارن بأحداثاً تجرى فى الأرض مع أحداث تجرى فى المريخ . والزهرة وسديم الجبار .. ونقول إنها حدثت فى وقت واحد .. أو أن أحدها كان قبل الآخر ..

وهل يمكننا أن نقطع فى يقين أن جسم ما من الأجسام يتحرك وأن جسماً آخر لا يتحرك ؟

كل هذه الأسئلة التى يخيل لك أنك تستطيع الإجابة عنها فى بساطة ، والتى كان العلماء يظنون أنهم قد انتهوا منها من زمن .. قد تحولت الآن إلى ألغاز ..

لقد انهار اليقين العلمى القديم . .

والمطرقة التى حطمت هذا اليقين ، وكشفت لنا عن أنه كان يقيناً ساذجاً ، هى عقل اينشتين الجبار . . ونظريته التى غيرت الصورة الموضوعية للعالم .. نظرية النسبية ..

* * *

والنظرية النسبية قد عاشت سنوات منذ بداية وضعها فى سنة ١٩٠٥ إلى الآن فى برج عاجى لا يقربها إلا المختصون ..

وكان القارىء العادى يسمع عنها فى خوف كما يسمع عن الكهانات الغامضة والطقوس الماسونية .. ولا يجرؤ على الخوض فيها ..

ومن المأثور عن الدكتور مشرفة أنه كان يقول دائماً إن هذه النظرية لا يفهمها فى العالم كله إلا عشرة ..

ولكن النظرية النسبية ترتبت عليها القنبلة الذرية ..

إنها لم تعد نظرية وإنما تحولت إلى تطبيقات خطيرة تمس كيان كل فرد وتؤثر فى مصيره ..

لقد خرجت من حيز الفروض والمعادلات الرياضية لتتحول إلى واقع رهيب ..

وأصبح من حق كل فرد أن يعرف عنها شيئاً ..

ولقد تعددت المحاولات من العلماء لتبسيطها وتقريبها إلى الفهم .. من ادنجتون إلى جيمس جينز .. إلى لنكولن بارنت .. إلى راسل ..

وكان أينشتين نفسه يحاول أن يبسط ما فى نظريته من غموض .. وكان يقول إن قصر المعلومات على عدد قليل من العلماء بحجة التعمق والتخصص .. يؤدى إلى عزلة العلم .. ويؤدى إلى موت روح الشعب الفلسفية وفقره الروحى ، وكان يكره الكهانة العلمية والتلفع بالغموض ، والادعاء .. والتعاظم .. وكان يقول إن الحقيقة بسيطة .

وفى آخر محاولاته التى أتمها فى عام ١٩٤٩ كان يبحث عن قانون واحد يفسر به كل علاقات الكون .

ونظرية النسبية ليست كلها معادلات .. وإنما لها جوانب فلسفية .

وحتى المعادلات الرياضية .. يقول اينشتين إنها انبعثت فى ذهنه نتيجة شطحاته التى حاول فيها أن يتصور الكون على صورة جديدة ..

وأمام هذه الشطحات الفلسفية سوف نقف قليلا .. تاركين المعادلات الرياضية لأربابها من القادرين عليها ، محاولين أن نشرح بعض ما أراد ذلك العالم العظيم أن يقوله ، على قدر الإمكان ، إمكان فهمنا ..

وسوف نبدأ من البداية .. من قبل أينشتين .. من السؤال الذى بدأنا به المقال :

هل نحن نرى الدنيا على حقيقتها ؟

هل هذه السماء زرقاء . . وهل الحقول خضراء . . وهل الرمال صفراء ؟

هل العسل حلو .. والعلقم مر ؟

هل الماء سائل .. والجليد صلب ؟

وهل الخشب مادة جامدة كما تقول لنا حواسنا ؟

وهل حجارة الأرض مادة موات لا حركة فيها ؟

وهل الزجاج شفاف .. والجدران صماء ؟

* * *

لا ..

.. ليست هذه هي الحقيقة .

هذا ما نراه .. وما نحسه بالفعل .. ولكنه ليس الحقيقة ..

فالنور الأبيض الذى نراه أبيض .. إذا مررناه خلال منشور زجاجى .. يتحلل إلى سبعة ألوان هى ألوان الطيف المعروفة الأصفر والبرتقـــالى والأحمر والأخضر والأزرق والبنفسجى .. الخ .. فإذا حاولنا أن ندرس ماهية هذه الألوان لم نجد أنها ألوان .. وإنما وجدناها موجات لا تختلف فى شىء إلا فى طولها .. ذبذبات متفاوتة فى ترددها .. وهذه كل الحكاية .. ولكن عيننا لا تستطيع أن ترى هذه الأمواج

كأمواج .. ولا تستطيع أن تحس بهذه الذبذبات كذبذبات .. وإنما كل ما يحدث أن الخلايا العصبية فى قاع العين تتأثر بكل نوع من هذه الذبذبات بطريقة مختلفة .. ومراكز البصر فى المخ تترجم هذا التأثر العصبي على شكل ألوان .. ولكن هذه المؤثرات الضوئية ليست ألواناً .. وإنما هى محض موجات واهتزازات .. والمخ بلغته الاصطلاحية .. لكى يميزها عن بعضها .. يطلق عليها هذه التعريفات التى هى عبارة عن تصورات .. وهذه هى حكاية الألوان ..

والحقول التى نراها خضراء ليست خضراء .. وإنما كل ما يحدث أن أوراق النباتات تمتص كل أمواج الضوء بكافة أطوالها ما عدا تلك الموجة ذات الطول المعين التى تدخل عيننا وتؤثر فى خلاياها فيكون لها هذا التأثير الذى هو فى اصطلاح المخ « أخضر » ..

وبالمثل .. أى لون .. ليس له لون .. وإنما هو مؤثر يفرقه المخ عن غيره بهذه الطريقة الاصطلاحية .. بأن يلونه ..

ويتضح هذا الخلط أكثر .. حينما ننتقل إلى المثل الثانى .. العسل ..

فالعسل فى فمنا حلو .. ونحن نتلذذ به ونلحسه لحساً ونمصمصه بلساننا .. ولكن دودة المش لها رأى مختلف تماماً فى العسل بدليل أنها لا تقربه ولا تذوقه بعكس المش الذى تغوص فيه وتلتهمه إلتهاماً وتبيض وتفقس وتعشش فيه ..

الحلاوة إذن لا يمكن أن تكون صفة مطلقة موضوعية فى العسل .. وإنما هى صفة نسبية نسبة إلى أعضاء التذوق فى لساننا .. إنها ترجمتنا الإصلاحية الخاصة للمؤثرات التى تحدثها ذرات العسل فينا ..

وقد يكون لهذه المؤثرات بالنسبة للأعضاء الحسية فى حيوان آخر طعماً مختلفاً هو بالمرارة أشبه ..

فإذا جئنا للسؤال الثالث لنسأل أنفسنا .. هل الماء سائل .. وهل الجليد صلب .. فإن المشكلة تتضح أكثر ..

فالماء والبخار والجليد .. مادة كيميائية واحدة تركيبها الكيميائى (اتحاد الأيدروجين بالأوكسجين ٢ : ١) .. وما بينها من اختلاف ليس اختلافاً فى حقيقتها وإنما هو اختلاف فى كيفيتها ..

فحينما نضع الماء على النار .. فإننا نعطيه حرارة .. أو بمعنى آخر طاقة .. فتزداد حركة جزيئاته وبالتالى تتفرق وتتفركش نتيجة اندفاعها الشديد فى كل اتجاه ويكون نتيجة هذه الفركشة عند لحظة معينة أن تتفكك تماماً وتتحول إلى جزيئات سابحة بعيدة عن بعضها (غاز) .. فإذا فقدت هذه الحرارة الكامنة التى أخذتها عن طريق النار فإنها تعود فتبطىء من حركتها وتتقارب إلى بعضها حتى تصل فى لحظة إلى درجة من التقارب هى التى نترجمها بحواسنا على أنها حالة شبه متماسكة (سيولة).. فإذا سحبنا منها حرارة وبردناها أكثر وأكثر فإنها تبطىء أكثر وأكثر وتتقارب أكثر حتى تصل إلى درجة من التقارب نترجمها بحواسنا على أنها (صلابة) .

الحالة الغازية والسائلة والصلبة هى ظواهر كيفية الحقيقة واحدة هى درجة تقارب الجزيئات من بعضها البعض لمادة واحدة هى الماء ..

وشفافية الماء وعتامة الثلج سببها أن جزئيات الماء متباعدة لدرجة تسمح لنا بالرؤية من خلالها ..

ولا يعنى هذا أن جزئيات الثلج متلاصقة .. وإنما هى متباعدة هى الأخرى ولكن بدرجة أقل .. وجزئيات كل المواد حتى الحديد مخلخلة ومنفصلة عن بعضها .. بل أن الجزىء نفسه مؤلف من ذرات منفصلة .. والذرة مؤلفة من بروتونات والكترونات هى الأخرى منفصلة ومخلخلة ومتباعدة تباعد الشمس عن كواكبها .

كل المواد الصلبة عبارة عن خلاء منثورة فيه ذرات .. ولو أن حسناً البصرى مكتمل لأمكننا أن نرى من خلال الجدران لأن نسيجها مخلخل كنسيج الغربال ..

ولو كنا نرى عن طريق أشعة إكس لا عن طريق النور العادى لرأينا بعضنا عبارة عن هياكل عظمية .. لأن أشعة إكس تخترق المسافات الجزيئية فى اللحم .. وتراه فى شفافية الزجاج ..

مرة أخرى رؤيتنا العاجزة هى التى ترى الجدران صماء .. وهى ليست صماء .. بل هى مخلخلة أقصى درجات التخلخل .. ولكن وسائلنا المحدودة والأشعة التى نرى عن طريقها لا تنفد فيها وإنما تنعكس على سطوحها وتبدو لنا وكأنها سد يقف فى طريق رؤيتنا ..

إنها جميعاً أحكام نسبية تلك التى نطلقها على الأشياء .. (نسبة إلى حواسنا المحدودة) وليست أحكاماً حقيقية .. والعالم الذى نراه ليس هو العالم الحقيقى .. وإنما هو عالم اصطلاحى بحت نعيش فيه معتقلين فى الرموز التى يختلقها عقلنا .. ليدلنا على الأشياء التى لا يعرف لها ماهية أو كنهاً .

والرسام التجريدى على حق حينما يحاول أن يعبر عما يراه .. على

طريقته .. فهو يدرك بالفطرة أن ما يراه بعينه ليس هو الحقيقة وبالتالى فهو ليس ملزماً له .. وفى إمكانه أن يتلمس الحقيقة .. لا بعينه .. وإنما بعقله .. وربما بعقله الباطن .. أو وجدانه .. أو روحه .

وهو لا يكون مجنوناً .

وقد نكون نحن المجانين ..

ورجل العلم له وسائل أخرى غير رجل الفن ..

الفنان يبحث عن الحقيقة معتمداً على وسائله.. عن طريق الإلهام.. والروح .. والوجدان ..

ورجل العلم يلجأ إلى الحسابات والمعادلات.. والفروض النظرية.. التى يحاول أن يتثبت منها بتجارب عملية ..

وأينشتين فى مغامرته العقلية لم يكن يختلف كثيراً عن الرسام التجريدى فى مغامرته الفنية .

ومعظم ما كتبه أينشتين فى معـــادلاته كان فى الحقيقة تجريداً للواقع على شكل أرقام وحدود رياضية .. ومحاولة جادة من رجل العلم فى أن يهزم العلاقات المألوفة للأشياء ويزيحها لتبدو من خلفها لمحات من الحقيقة المدهشة التى تتخفى فى ثياب العادة والألفة ..

وماذا هناك فى الواقع المحسوس المألوف .

إننا لا نرى الأشياء مشوهة من أصلها فقط .. وإنما لا نراها إطلاقاً .. وأحياناً يكون ما نراه لا وجود له بالمرة ..

فهناك غير ألوان الطيف السبعة .. أمواج أقصر من أن ندركها هى فوق البنفسجية .. وأمواج أخرى أطول من أن ندركها هى تحت الحمراء .. وتكون النتيجة ألا نراها مع أنها موجودة ويمكن إثباتها باللوح الفوتوغرافى الحساس .. وبالترمومتر ..

وعلى العكس نرى أحياناً أشياء لا وجود لها .. فبعض النجوم التى نراها بالتلسكوب فى أعماق السماء تبعد عنا بمقدار ٥٠٠ مليون سنة ضوئية .. أى أن الضوء المنبعث منها يحتاج إلى خمسمائة مليون سنة ليصل إلى عيوننا .. وبالتالى فالضوء الذى نلمحها به هو ضوء خرج منها منذ هذا العدد الهائل من السنين .. فنحن لا نراها فى الحقيقة .. وإنما نرى ماضيها السحيق الموغل فى القدم .. أما ماهيتها الآن .. فالله وحده يعلم .. وربما تكون قد انفجرت واختفت .. أو انطفأت .. أو ارتحلت بعيداً فى أطراف ذلك الخلاء الأبدى وخرجت من مجال الرؤية بكل وسائلها.. فحالها الآن لا يمكن أن يصلنا خبره إلا بعد مضى خمسمائة مليون سنة ..

إننا قد نكون محلقين فى شىء يلمع دون أن يكون له وجود بالمرة ..

إلى هذه الدرجة يبلغ عدم اليقين ..

وإلى هذه الدرجة يمكن أن تضللنا الحواس .

ما دليلنا فى هذا التيه . .

وكيف نهتدى إلى الحقيقة فى هذه الظلمات المطبقة ؟!..

كل شيء ذرات

خضرة الحقول اليانعة . . وزرقة للسماء الصافية . . وحمرة الورود الدامية.. وصفرة الرمالى الذهبية .. وكل الألوان المبهجة التى نشاهدها فى الأشياء لا وجود لها أصلا فى الأشياء .. وإنما هى اصطلاحات جهازنا العصبي وشفرته التى يترجم بها أطوال الموجات الضوئية المختلفة التى تنعكس عليه .

إنها كآلام الوخز التى نشعر بها من الإبر .. ليست هى الصورة الحقيقية للإبر .. وإنما هى صورة لتأثرنا بالإبر .

وبالمثل طعم الأشياء ورائحتها وملمسها وصلابتها وليونتها وشكلها الهندسى وحجمها ، لا تقدم لنا صورة حقيقية لما نلمسه ونشمه ونذوقه ، وإنما هى مجرد الطريقة التى نتأثر بها بهذه الأشياء .. إنها صورة ذاتية لا وجود لها خارجنا .

كل ما نراه ونتصوره .. خيالات لا وجود لها فى الواقع .. مجرد صور رمزية للمؤثرات المختلفة صورها جهازنا العصبي بأدواته الحسية المحدودة ..

أهى أحلام .. ؟

هل نحن نحلم .. ولا وجود لهذا العالم .. هل هذه الصفات تقوم فى ذهننا دون أن يكون لها أصل فى الخارج .

البداهة والفطرة تنفى هذا الرأى .. فالعالم الخارجى موجود .. وحواسنا تحيلنا دائماً على شىء آخر خارجنا .. ولكن هناك فجوة بيننا وبين هذا العالم .. حواسنا لا تستطيع أن تراه على حقيقته .. وإنما هى تترجمه دائماً بلغة خاصة وذاتية .. وبشفرة مختلفة ..

ولو أننا كنا نحلم .. ولو أننا كنا نهذى كل منا على طريقته .. لما استطعنا أن نتفاهم .. ولما استطعنا أن نتفق على حقيقة موضوعية مشتركة .. ولكننا فى الحقيقة نتناول بين أيدينا تراجم حسية .. ربما ناقصة .. وربما غير صحيحة .. ولكنها تراجم لها أصل أمامنا ..

هناك نسخة موضوعية من الحقيقة نحاول أن ننقل منها على قدر الإمكان .. هناك حقيقة خارجنا ..

إننا لا نحلم ..

وإنما نحن سجناء حواسنا المحدودة .. وسجناء طبيعتنا العاجزة .. وما نراه ينقل إلينا دائماً مشوهاً وناقصاً ومبتوراً نتيجة رؤيتنا الكليلة ..

والنتيجة أن هناك أكثر من دنيا ..

هناك الدنيا كما هى فى الحقيقة وهذه لا نعرفها .. ولا يعرفها إلا الله .

وهناك الدنيا كما يراها الصرصور .. وهى مختلفة تماماً عن دنيانا لأن الجهاز العصبى للصرصور مختلف تماماً عن جهازنا .. فهو يرى الشمس بطريقة مختلفة .. وهو لا يرى الشجرة كما نراها نحن شجرة .. وهو لا يميز الألوان ..

وهناك الدنيا كما تراها دودة الاسكارس .. وهى مختلفة تماماً عن دنيا الصرصور .. فهى دنيا كلها ظلام .. دنيا خالية من المناظر .. ليس فيها سوى إحساسات بليدة تنتقل عن طريق الجلد ..

وهكذا كل طبقة من المخلوقات لها دنيا خاصة بها ..

ومنذ لحظة الميلاد يتسلم كل مخلوق بطاقة دعوة إلى محفل من محافل هذه الدنيا .. ويجلس إلى مائدة مختلفة ليتذوق أطعمة مختلفة .. ولذائذ وآلام مختلفة ..

وكل طبقة من المخلوقات تعيش سجينة فى تصوراتها .. لا تستطيع أن تصف الصور التى تراها للطبقات الأخرى .

لا يمكن لنا نحن الآدميين أن نتكلم مع الطيور أو الزواحف أو الديدان أو الحشرات لنشرح لها ما نراه من الدنيا ..

ولا يستطيع الصرصور أن يخاطبنا ويصف لنا العالم الذى يعيش فيه ..

وربما لو حدث هذا فى يوم ما .. لأمكننا أن نصل ما يشبه حجر رشيد .. ولأمكننا أن نتوصل إلى عدة شفرات ولغات مختلفة للدنيا.. نضعها تحت بعضها .. ونفكك طلاسمها .. ونستنبط منها الحقيقة .. التى تحاول هذه الشفرات الرمزية أن تصفها .. ونعرف سر هذه الدنيا ..

ولكن هذا الاتصال غير ممكن .. لأننا الوحيدون فى هذه الدنيا.. الذين نعرف اللغة .. وبقية المخلوقات عجماء ..

ما الحل ..

هل ننتظر حتى نسافر إلى الفضاء ونعثر على مخلوقات فى المريخ تقرأ وتكتب ؟!

علماء الرياضة يقولون لنا إنه لاداعى لهذا الانتظار .. فهناك طريقة أخرى .. طريقة صعبة ولكنها توصل إلى سكة الحقيقة ..

هذه الطريقة هى أن نضع جانباً كل ما تقوله الحواس .. ونستعمل أساليب أخرى غير السمع والبصر والشم واللمس ..

نستعمل الحساب .. والأرقام ..

نجرد كل المحسوسات إلى أرقام .. ومقادير ..

القائمة الطويلة المعروفة للأشعة الضوئية .. الأصفر والبرتقالى والأحمر والبنفسجى والأزرق والأخضر.. الخ .. نجردها إلى ارقام ..

ماذا يقول لنا العلم .. إنه يقول إن كل هذه الأشعة عبارة عن موجات لا تختلف إلا فى أطوالها وذبذباتها .. إذن هى فى النهاية مجرد أرقام ..

كل موجة طولها كذا .. وذبذبتها كذا ..

وكذلك كل صنوف الإشعاع .. أشعة إكس .. أشعة الراديوم .. الأشعة الكونية .. كلها أمواج .. مثل أمواج اللاسلكى التى نسمع المذيع يقول كل يوم إنها كذا كيلو سيكل فى الثانية ..

مجرد أرقام .. نستطيع أن نقيسها ونحسبها ونجمعها ونطرحها ..

إذن نغمض عيننا ونفكر بطريقة جديدة ..

وبدل أن تقول اللون الأخضر .. واللون الأحمر .. نقول كذا كيلو سيكل ثانية ..

والذى أغمض عينيه وبدأ يفكر بهذه الطريقة الجديدة التى أحدثت انقلاباً فى العلوم .. كان هو العالم الرياضى ماكس بلانك الذى طلع فى سنة ١٩٠٠ بنظريته المعروفة فى الطبيعة (Quantum Theory) النظرية الكمية ..

وقد بدأ من حقيقة بسيطة معروفة .. أنك إذا سخنت قضيباً من الحديد .. فإنه فى البداية يحمر ثم يتحول إلى برتقالى ثم أصفر ثم أبيض متوهج ..

إذن هناك علاقة حسابية بين الطاقة التى يشعها الحديد الساخن وطول أو ذبذبة الموجة الضوئية التى تنبعث منه ..

هناك معادلة ..

وبدأ يبحث عن هذه المعادلة حتى عثر عليها ..

وجد ببساطة أن الطاقة المشعة مقسومة على الذبذبة (ن) تساوى دائماً كم ثابت (مثل النسبة التقريبية فى الدائرة) هذا الكم أسماه ثابت بلانك (هـ) .

والمعادلة هى الطاقة = هـ × ن وهى معادلة تقوم على افتراض بان الطاقة المشعة تنبعث فى كميات متتابعة .. فى دفعات .. أو حزم .. أو حبيبات من الطاقة .. أو ذرات .

وأطلق على هذه الذرات الضوئية اسم « فوتونات » ..

وفى رسـالة نال عليها أينشتين جائزة نوبل قدم دراسة وافية بالمعادلات والأرقام عن العلاقة بين هذه الفوتونات الضوئية الساقطة على لوح معدنى وبين الكهرباء التى تتولد منه ..

وعلى أساس هذه المعادلات قامت فكرة اختراع التليفزيون فيما بعد ..

يقول أينشتين إن من الظاهرات المعروفة فى المعمل إنك إذا أسقطت شعاعاً من الضوء على لوح معدنى فإن عدداً من الالكترونات ينطلق من اللوح .. ولا تتأثر سرعة انطلاق هذه الالكترونات بشدة الضوء ، فمهما خف الضوء ومهما ابتعد مصدره فالالكترونات تنطلق بسرعة ثابتة .. ولكن بعدد أقل .. وإنما تزداد هذه السرعة كلما كانت الموجة الضوئية الساقطة عالية الذبذبة.. ولهذا تزيد فى الأشعة البنفسجية وتقل فى الحمراء ..

وهو يفسر انطلاق هذه الالكترونات بأن الضوء لا يسقط على اللوح المعدنى فى سيال متصل وإنما فى حزم من الطاقة .. « فوتونات » وتصطدم هذه الفوتونات بالالكترونات فى اللوح المعدنى كما تصطدم العصا بكرات البلياردو فتطلقها حرة خارج مداراتها ..

وكلما كانت الأشعة الضوئية ذات ذبذبة عالية (البنفسجية مثلا) كلما كان الفوتون يختزن طاقة أكثر .. كلما أطلق الالكترونات بسرعة أكثر ..

وربط هذه العلاقات فى سلسلة من المعادلات الرياضية ..

وعمد التليفزيون إلى تطبيق هذه النظرية فى جهاز الإرسال التليفزيونى .. فأنت حينما تجلس أمام كاميرا التليفزيون فإنها تنقل صورتك التى هى عبارة عن نقط من الظل ونقط من النور إلى اللوح المعدنى الحساس ..

ونقط النور ونقط الظل الساقطة على اللوح المعدنى تطلق سيالا من الالكترونات يتفاوت فى العدد وفى السرعة حسب الظل والنور فى الصورة .. وهذه الخفقات الالكترونية الكهربائية تنتقل إلى عمود الإرسال وتذاع على شكل موجات مغناطيسية كهربائية إلى أجهزة الاستقبال ..

وأينشتين لم يكن يفكر حينما وضع معادلاته فى اختراع التليفزيون .

وعلماء الرياضة لم يثر اهتمامهم فى ذلك الحين ولا فيما بعد .. ظهور التليفزيون .. وإنما الذى أثارهم هو هذا الافتراض الجديد الذى أقام عليه ماكس بلانك معادلته فى النظرية الكمية .. وأقام عليه أينشتين معادلاته فى الظاهرة الضوئية الكهربائية .. إن الضوء ينطلق فى ذرات .. أو فوتونات .. لا فى أمواج متصلة .. فالضوء حتى ذلك الحين كانت طبيعته موجية .. فكيف يصبح شأنه شأن المادة .. مؤلف من ذرات .. أو فوتونات . .

وماذا تكون هذه الفوتونات .. هل هى كرات من الطاقة لها حيز .. ولها أوضاع فى المكان .. شأنها فى ذلك شأن جزيئات المادة .. وإذا كان الضوء ذرات .. فكيف يتصرف كما لو كان أمواجاً .

لماذا يحيد الضوء حينما يدخل من ثقب ضيق كما تحيد أمواج البحر حينما تدخل فى مضيق . . ولماذا ينعطف الضوء حول شعرة رفيعة فلا يبدو لها ظل .. كما تنعطف الأمواج وتلتحم حول عصا مرشوقة فى البحر ..

وكيف نفرق بين المعادلات التى تحسب الضوء على أساس أن طبيعته موجية متصلة وبين المعادلات الجديدة التى تحسب الضوء على أساس أن طبيعته ذرية متقطعة ..

أم أن للضوء طبيعة مزدوجة ..

وكيف ؟!!

كيف تكون الحقيقة بهذا التناقض ..

أم أنه لا توجد حقيقة واحدة ؟! ..

مبـــــدأ الشك

هل الضوء أمواج ؟

هل الضوء ذرات ؟

كانت المعركة محتدمة بين العلماء الذين يقولون بأن للضوء طبيعة موجية . . وبين العلماء الذين يقولون بأن طبيعته مادية ذرية . . حينما تقدم عالم نمسوى اسمه شرودنجر بمجموعة من المعادلات .. ليعلن نظرية اسمها « الميكانيكا الموجية » ..

وفى هذه النظرية أثبت شرودنجر بالتجربة أن حزمة من الالكترونات ساقطة على سطح بللورة معدنية تحيد بنفس الطريقة التى تحيد بها أمواج البحر التى تدخل من مضيق . . واستطاع أن يحسب طول موجة الالكترونات التى تحيد بهذه الطريقة . .

وأعقبت هذه المفاجأة مفاجآت أخرى .. فقد أثبتت التجارب التى أجريت على حزم من الذرات ، ثم على حزم من الجزئيات .. إنها بإسقاطها على بللورة معدنية تتصرف بنفس الطريقة الموجية وأن طول موجاتها يمكن حسابه بمعادلات شرودنجر ..

وبهذا بدأ صرح النظرية المادية كله ينهار .

إن الهيكل كله يسقط ، ويتحول إلى خواء ..

إن كهان العلوم دأبوا من سنين على أن يعلمونا أن الذرة عبارة

عن معيار مادى يتألف من نواة (بروتون أو أكثر) تدور حولها الالكترونات فى أفلاك دائرية كما تدور الكواكب حول الشمس .. وأكثر من هذا حسبوا عدد الالكترونات فى كل ذرة وقالوا لنا إنها الكترون واحد فى ذرة الأيدروجين ثم تزيد فى العناصر الثقيلة حتى تبلغ ٩٢ الكترون فى ذرة اليورانيوم ، وأن كل ذرة لها وزن ذرى .. وأثبتوا كل هذا بالمعادلات ..

فماذا يقولون فى هـــذا الذى يهدم لهم صرح الهيكل ليقول إنه لايحتوى على شىء له كتلة أو حيز ، وإنما كل ما هناك طاقة متموجة ، وأكثر من هذا يقدم لهم الإثبات بالمعادلات ، والتجارب ..

وكانت بلبلة علمية لا حد لها .

كيف يمكن أن يقوم البرهان على شيئين متناقضين ..

وهل يمكن أن يكون للشىء طبيعة متناقضة .

كيف يمكن أن تكون للمادة صفات موجية ، وللضوء صفات مادية ..

وتقدم عالم ألمانى هو « هايزنبرج » وبرفقته عالم آخر هو « بورن » ليقول إنه من الممكن تخطى هذه الفجوة ، وأنه لا توجد مشكلة ، وقدم مجموعة من المعادلات يمكن عن طريقها حساب الضوء على أنه أمواج أو على أنه ذرات ، ولمن يريد أن يختار الافتراض الذى يعجبه وسيجد أن المعادلات تصلح للغرضين فى وقت واحد ..

كيف يمكن أن تكون الحقيقة متناقضة ؟!

العلماء يسألون ..

وهايزنبرج يرد ببساطة ..

لا توجد حقيقة ..

فى العلم لا يوجد شىء اسمه حقيقة ..

العلم لا يستطيع أن يعرف حقيقة أى شىء ، إنه يعرف كيف يتصرف ذلك الشىء فى ظروف معينة ، ويستطيع أن يكشف علاقاته مع غيره من الأشياء ، ويحسبها ، ولكنه لا يستطيع أن يعرف ما هو .

العلم يدرك كميات ، ولكنه لا يدرك ماهيات ..

العلم لا يمكنه أن يعرف ما هو الضوء .. ولا ما هو الالكترون .. وحينما يقول إن الأشعة الضوئية هى موجات كهربية مغنطيسية أو فوتونات فإنه يحيل الألغاز إلى ألغاز أخرى .. فما هى الموجات الكهربائية المغنطيسية ؟ حركة فى الأثير ؟. وما الحركة .. وما الأثير ..

وما الفوتونات ؟ حزم من الطاقة ؟. وما الطاقة ؟

العلم لا يمكن أن يعرف ماهية أى شىء . إنه يستطيع أن يعرف سلوك الشىء وعلاقاته بالأشياء الأخرى والكيفيات التى يوجد بها فى الظروف المختلفة .. ولكنه لا يستطيع أن يعرف حقيقته .

وحينما يكتشف العلم أن الضوء فى إحدى التجارب يتصرف بطريقة موجية ، وفى تجربة أخرى يتصرف بطريقة مادية ذرية ، فلا تناقض هناك . لأن ما اكتشفه العلم هو مسلك الضوء ، والكيفيات التى ينطلق

بها فى الظروف المختلفة ، لا حقيقة الضوء ، ويمكن أن تكون للضوء طبيعة مزدوجة ..

والصفة الثانية للعلم .. أن أحكامه كلها إحصائية وتقريبية ، لأنه لا يجرى تجاربه على حالات مفردة ، لا يمسك ذرة مفردة ليجرى عليها تجاربه ، ولا يقبض على الكترون واحد ليلاحظه ، ولا يمسك فوتوناً واحداً ليفحصه ويتفرج عليه .. وإنما يجرى تجاربه على مجموعات .. على شعاع ضوء مثلا (والشعاع يحتوى على بلايين بلايين الفوتونات) ، أو جرام من مادة (والجرام يحتوى على بلايين بلايين الذرات) .. وتكون النتيجة أن الحسابات كلها حسابات إحصائية ، تقوم على الاحتمالات .. وعلى الصواب التقريبى ..

والقوانين العلمية أشبه بالإحصائيات التى يمسح بها الباحثون الاجتماعيون المجتمع لتقرير أسباب الانتحار ، أو أسباب الطلاق .. أو علاقة السرطان بالتدخين . أو الخمر بالجنون .. وكل النتائج تكون فى هذه الحالة نتائج احتمالية وإحصائية لأنها جميعها متوسطات حسابية عن أعداد كبيرة .

أما إذا حاول العلم أن يجرى تجاربه على وحدة أساسية .. كأن يدرس ذرة بعينها أو يلاحظ الكتروناً واحداً بالذات .. فإنه لا يمكنه أن يخرج بنتيجة أو معرفة .. لأنه يصطدم باستحالة نهائية .

ولكى يثبت هايزنبرج هذه الاستحالة تخيل أن عالماً يحاول أن يشاهد الالكترون .. فعليه أولا أن يستخدم ميكروسكوباً يكبر مائة

مليون مرة .. وعلى افتراض أنه حصل على هذا الميكروسكوب ، فإن هناك صعوبة أخرى .. وهى أن الالكترون أصغر من موجة الضوء .. فعليه أن يختار موجة قصيرة.. مثل أشعة إكس .. ولكن أشعة إكس لا تصلح للرؤية .. إذن عليه أن يستخدم أشعة الراديوم .

وبافتراض أنه حصل على هذه الأشياء ، فإنه فى اللحظة التى يضع فيها عينيه على الميكروسكوب ويطلق فوتوناً ضوئياً ليرى به الالكترون فإن الفوتون سوف يضرب الالكترون كما تضرب العصا كرة البلياردو ويزيحه من مكانه مغيرا سرعته (لأن الفوتون عبارة عن شحنة من الطاقة) .. فهو فى محاولته لتسجيل وضع الالكترون وسرعته لن يصل إلى أى نتيجة .. إذ فى اللحظة التى يسجل فيها مكانه تتغير سرعته .. وفى اللحظة التى يحاول فيها تسجيل سرعته .. يتغير مكانه لأن إطلاق الضوء عليه لرؤيته ينقله من مكانه ويغير سرعته ..

إن عملية الملاحظة التى يقوم بها تغير من النتيجة المطلوبة .

إنه يحاول أن يرى طبيعة الالكترون ليسجلها .. ولكن عملية الرؤية تغير أول ما تغير تلك الطبيعة التى يجرى وراء تسجيلها .. فهو ينقل الالكترون من مكانه فى اللحظة التى يحاول فيها أن يسجل مكانه.

وهكذا يكون التعامل مع الوحدات الأساسية للطبيعة مستحيل .. فحينما نصل إلى عالم الذرة الصغير .. يستحيل علينا التحديد .. وفى نفس الوقت يتعطل قانون السببية ، فلا يصبح سارياً ، لأن عملية الملاحظة تتدخل بين السبب والنتيجة وتكسر حلقة السببية من منتصفها وتدخل

هى بذاتها كسبب يغير من النتيجة بشكل يجعل من المستحيل معرفتها أو حسابها ..

إننا نكون أشبه بالأعمى الذى يمسك بقطعة مربعة من الثلج ليتحسس شكلها ومقاييسها .. وهى فى اللحظة التى يتحسسها تذوب مقاييسها بين يديه ، فيفقد الشىء الذى يبحث عنه بنفس العملية التى يبحث بها عنه .

وهكذا تتعطل القوانين حينما تصل إلى منتهى أجزاء ذلك الكون الكبير وتتوقف عنه أصغر وحدة فى وحداته .. فلا تعود سارية ولا تعود صالحة للتطبيق ..

وبالمثل هى تتعطل أحياناً حينما نحاول أن نطبقها على الكون بأسره ككل .. فقانون السببية أيضاً لا يعدو سارياً بالنسبة للكون ككل .. إذ أن اعتبار الكون صادر عن سبب واعتباره خاضع للسببية يجعل منه جزءاً صادراً عن جزء آخر ويتناقض مع كليته وشموله ..

القوانين تصطدم مع الحد الأكبر ومع الحد الأصغر للكون ولا تعود سارية ..

والعقل يصطدم بالاستحالة حينما يحاول أن يبحث فى المبدأ وفى المنتهى .. لأنه لم يجهز بالوسائل التى يقتحم بها هذه الحدود ..

بهذا البحث الفلسفى الرياضى .. استطاع هايزنبرج أن يفسر الطبيعة المزدوجة الضوء ، ووضع المعادلات التى تصلح لتفسير الضوء على الأساس المادى وعلى الأساس الموجى فى نفس الوقت ، واعتبر

القوانين فى هذا المجال قوانين احتمالية احصائية ، تعبر عن سلوك مجاميع هائلة من بلايين بلايين الفوتونات ..

أما الفوتون نفسه فشىء لا يمكن تحديده .

وهل يمكن تحديد نقطة فى ريح عاصفة فى الظلام .. وهل يمكنك أن تقول إن هذه النقطة تشغل هذا المكان بالذات ..

كل ما يمكن للعلم أن يدركه هو « الكميات » ولكن لا سبيل إلى إدراك الماهيات ..

* * *

ولكن أينشتين كانت له وجهة نظر أخرى ..

كان يرى فى العالم وحدة منسجمة ..

كان يرى العالم الكبير بشموسه وأفلاكه ، والعالم الصغير بذراته والكتروناته خاضعاً كله لقانون واحد بسيط ..

وكان يرى أن العقل فى إمكانه أن يكتشف هذا القانون ..

وكان يبحث جاهداً عنه ..

وفى سنة ١٩٢٩ أعلن عن نظرية « المجال الموحد » .. ثم عاد بعد ذلك ورفضها واستبعدها .. وعاود البحث من جديد ..

المكان

كان أول سؤال سأله اينشتين :

هل يمكن تقدير وضع أى شىء فى المكان ؟

وهل يمكن الإثبات بشكل مطلق وقاطع بأن جسماً من أجسام يتحرك وجسماً آخر ثابت لا يتحرك ؟

راكب يمشى على ظهر سفينة فى عرض البحر .. لو أردنا أن نقدر موضعه فسوف نحاول أن نقيس مكانه بالنسبة للصارى أو المدخنة .. فنقول مثلا إنه على بعد كذا من مدخنة السفينة .. ولكن هذا التقدير خاطىء لأن المدخنة ليست ثابتة وإنما هى تتحرك مع السفينة التى تتحرك بأسرها فى البحر .. إذن نحاول أن نعرف موضعه بالنسبة للأرض فنقول إنه عند تقاطع خط طول كذا بخط عرض كذا ولكن هذا التقدير خاطىء أيضاً لأن الأرض بأسرها تتحرك فى الفضاء حول الشمس . إذن نحاول أن نقدر وضعه بالنسبة للشمس . ولكن الشمس تتحرك مع مجموعتها الشمسية كلها فى الفضاء حول مركز مدينتها النجمية الكبرى .. إذن نحـــاول أن نعرف موضعه بالنسبة للمدينة النجمية الكبرى .. لا فائدة أيضاً .. فالمدينة النجمية هى الأخرى جزء من مجرة هائلة اسمها سكة التبانة .. وهى تتحرك حول مركز التبانة .. إذن نحاول أن نعرف وضعه بالنسبة للتبانة .. للأسف — لا أمل — لأن التبانة هى الأخرى تتحرك مع عدد من المجرات حول مصيبة أخرى لا يعلمها إلا الله ..

وحتى بافتراض أننا أحطنا بكل مجرات الكون ومدنه النجمية الهائلة وعرفنا حركاتها كلها بالنسبة للكون .. لا فائدة أيضاً .. لأن الكون كله فى حالة تمدد .. وكل أقطاره فى حالة انفجار دائم فى جميع الاتجاهات ..

إذن هناك استحالة مؤكدة ..

ولا سبيل لمعرفة أى شىء فى الفضاء .. وإنما نحن فى أحسن الأحوال نقدر موضعه النسبى بالنسبة إلى كذا وكذا .. أما وضعه الحقيقى فمستحيل معرفته .. لأن كذا وكذا فى حالة حركة هى الأخرى .

وأغلب الظن أنه لا يوجد شىء اسمه « وضع حقيقى » ..

فإذا جئنا إلى الحركة فالمشكلة هى نفس المشكلة ..

فأنت فى قطار حينما يمر بك قطار آخر قادم فى عكس الاتجاه .. فإنك للوهلة الأخرى يختلط عليك ، يخيل إليك أن قطارك واقف والآخر هو الذى يتحرك ، وأنت عادة تقدر سرعته خطأ فيخيل إليك أنه يسير بسرعة خاطفة (بينما هو فى الواقع يسير بمعدل سرعة القطار الذى تركبه) .

وإذا كان يسير فى نفس اتجاه قطارك .. ومواز له .. فأنت يخيل إليك أن القطارين واقفان ..

فإذا أغلقت نوافذ قطارك خيل إليك أنه ساكن لا يتحرك .

ولا سبيل للخروج من هذا الخلط إلا بالمقارنة بمرجع ثابت .. كأن تفتح النوافذ وتنظر إلى الأشجار أو أعمدة البرق . فتدرك بالمقارنة أن القطار يتحرك بالنسبة لها ..

فإذا كان قطارك واحداً من عدة قطارات فلا سبيل إلى تمييز حركاتها من سكونها إلا بالخروج منها والتفرج عليها من بعيد من على رصيف محطة ثابتة ..

القطع إذن بحركة الجسم وسكونه يحتاج إلى رصيف ثابت للملاحظة وبدون مرجع ثابت لا يمكن معرفة الحركة من السكون ، وعلى الأكثر يمكن معرفة الحركة النسبية فقط ..

فإذا تركنا القطارات وجئنا إلى الكون فالمعروف أنه فى حالة حركة ككل وكأجزاء ، الأرض مثلا تدور حور محورها بسرعة ألف ميل فى الساعة ، وحول الشمس بسرعة عشرين ميلا فى الثانية . والشمس تتحرك ضمن مجموعتها الشمسية بسرعة ١٣ ميل فى الثانية حول مدينتها النجمية ، والمدينة النجمية تتحرك داخل سكة التبانة بسرعة مائتى ميل فى الثانية وسكة التبانة تتحرك نحو المجرات الأخرى بسرعة مائة ميل فى الثانية .. الخ ..

وقد تعب نيوتن من مشكلة البحث عن الحركة الحقيقية ، وظل يتخبط من حركة نسبية إلى حركة نسبية ، فحاول الخروج من المشكلة بافتراض أن هناك جسماً ساكناً تماماً يوجد فى مكان ما بعيد غير غير معروف ، تقاس به الحركة الحقيقية ، ثم عاد فاعترف بعجزه عن

البرهنة على وجود هذا الجسم الثابت ، واعتبر أن الشيء الثابت هو الفضاء نفسه واستمر على هذه العقيدة بدوافع دينية ، قائلا إن الفضاء يدل على وجود الله ، ولم تنفع بالطبع هذه الدروشة .

ولم يكن العلماء أقل دروشة من نيوتن فقد افترضوا مادة ثابتة تملأ الفضاء — هي الأثير ، وبرهنوا على وجود الأثير بالطبيعة الموجية للضوء قائلين إن الأمواج لابد لها من وسط مادى تنتشر فيه كما ينتشر موج البحر فى الماء وأمواج الصوت فى الهواء .. كذلك أمواج الضوء لابد لها من وسط .

وحينما أثبتت التجارب أن الضوء يمكن أن ينتشر فى الهواء المفرغ فى ناقوس ، قالوا بوجود مادة اسمها الأثير تملأ كل الفراغات الكونية ، واعتبروا هذا الأثير المزعوم مرجعاً ثابتاً يمكن أن تنسب إليه الحركات وتكتشف به الحركات الحقيقية ..

وفى سنة ١٨٨١ أجرى العالمان ميكلسون ومورلى تجربة حاسمة بغرض إثبات وجود الأثير ..

وفكرة التجربة تتلخص فى أن الأرض تتحرك خلال الأثير بسرعة عشرين ميلا فى الثانية فهى بذلك تحدث تياراً فى الأثير بهذه السرعة ، فلو أن شعاع ضوء سقط على الأرض فى اتجاه التيار فإنه لابد ستزداد سرعته بمقدار العشرين ميل فإذا سقط فى اتجاه مضاد للتيار فلابد أن سرعته سوف تنقص بمقـــدار العشرين ميل ، فإذا كانت السرعة المعروفة للضوء ١٨٦٢٨٤ ميلا فى الثانية ، فإنها ستكون فى التجربة الأولى ١٨٦٣٠٤ وفى التجربة الثانية ١٨٦٢٦٤ ..

وبعد متاعب عديدة قام ميكلسون ومورلى بتنفيذ التجربة بدقة ، وكانت النتيجة المدهشة أنه لا فرق بين سرعتى الضوء فى الاتجاهين ، وأنها ١٨٦٢٨٤ بدون زيادة أو نقصان .

وأن سرعة الأرض فى الأثير تساوى صفر .

وكان معنى هذا — أن يسلم العلماء بأن نظرية الأثير كلام فارغ .. ولا وجود لشىء اسمه الأثير . . أو يعتبروا أن الأرض ساكنة فى الفضاء ..

وكانت نظرية الأثير عزيزة عند العلماء لدرجة أن بعضهم شك فى حركة الأرض واعتبرها ساكنة فعلا ..

أما أينشتين فكان رأيه فى المشكلة ، أن وجود الأثير خرافة لا وجود لها ، وأنه لا يوجد وسط ثابت ، ولا مرجع ثابت فى الدنيا ، وأن الدنيا فى حالة حركة مصطخبة ..

وبهذا لا يكون هناك وسيلة لأى تقدير مطلق بخصوص الحركة أو السكون ، فلا يمكن القطع بأن جسماً ما يتحرك وأن جسماً ما ثابت . وإنما كل ما يقال إن الجسم كذا يعتبر متحركاً بالنسبة إلى الجسم كذا ، كل ما هناك ، حركة نسبية أما الحركة الحقيقية فلا وجود لها ..

كما وأن السكون الحقيقى لا وجود له أيضاً ، والفضاء الثابت لا معنى له ..

ويؤيد هذا رأى قديم لفيلسوف اسمه ليبنز يقول فيه : إنه لا يوجد

شيء اسمه فضاء .. وما الفضاء سوى العلاقة بين الأجسام بعضها البعض ..

وكانت هناك مشكلة ثانية تفرعت عن تجربة ميكلسون ومورلى هى ثبات سرعة الضوء بالرغم من اختلاف أماكن رصدها ..

وقد تأكد بعد هذا أن هذه السرعة ثابتة لا بالنسبة لزوايا الرصد المختلفة على الأرض وحدها ، وإنما هى ثابتة بالنسبة للشمس والقمر والنجوم والنيازك والشهب وأنها أحد الثوابت الكونية ..

وقد استخلص أينشتين من هذه الحقيقة قانونه الأول فى النسبية ، وهو أن قوانين الكون واحدة لكل الأجسام التى تتحرك بحركة منتظمة ..

ولشرح هذا القانون نورد هذا المثل : مثل الراكب على السفينة الذى يتمشى على سطحها بسرعة ميل واحد فى الساعة ، لو أن السفينة كانت تسير بسرعة ١٥ ميلا فى الساعة لكانت سرعته بالنسبة إلى البحر ١٦ ميل فى الساعة (١٥ + ١) ، ولو أنه غير اتجاهه وسار بالعكس (بعكس اتجاه السفينة) لأصبحت سرعته بالنسبة إلى البحر (١٥ — ١) ١٤ ميل فى الساعة .. بالرغم أنه لم يغير سرعته فى الحالين ، وبرغم أن سرعته فى الاتجاهين كانت ميل واحد فى الساعة ، ومعنى هذا أنه وهو نفس الشخص يسير بسرعتين مختلفتين ١٤ و ١٦ فى نفس الوقت ، وهذه استحالة .

وأينشتين يكشف سر هذه الاستحالة قائلا إن هناك خطأ حسابياً.

والخطأ الحسابي هنا هو الإضافة والطرح لكميات غير متجانسة .. واعتبار أن المسافة المكانية لحادثة يمكن ان ينظر إليها مستقلة عن الجسم الذى اتخذ مرجعاً لها .. وهو هنا الراكب .. والسرعة ميل واحد فى الساعة هى سرعة الراكب والمسافة هنا مرجعها الراكب .. أما الـ ١٥ ميل سرعة السفينة فهى بالنسبة إلى البحر .. ولا يمكن إضافة الـ ١٥ إلى الواحد لأنهما مسافتين من نظامين مختلفين مرجعهما مختلف .. ونسبتهما مختلفة .. فالحساب هنا خطأ تبعاً لقانون النسبية الأول الذى يقول بوحدة القوانين للأجسام التى تتحرك بحركة منتظمة داخل نظام واحد ..

والقانون لا ينطبق على المسافات المكانية وحدها وإنما هو أيضاً ينطبق على الفترات الزمنية .. فالفترة الزمنية لحادثة لا يمكن أن ينظر إليها مستقلة عن حالة الجسم المتخذ مرجعاً لها ..

والمثل الوارد عن راكب السفينة يؤكد هذا أيضاً .. فسرعة الراكب وهى ميل ساعة لا تقبل الإضافة إلىسرعة السفينة ١٥ ميل ساعة حيث أن المرجعين اللذين تنتسب إليهما هاتين الفترتين الزمنيتين مختلفين ..

وهذا يجرنا إلى الحلقة الثانية فى النظرية النسبية .. وهى الزمان ..

لقد رفض اينشتين فكرة المكان المطلق .. واعتبر أن المكان دائماً مقدار متغير ونسبي ، واعتبر تقدير وضع أى جسم فى المكان مستحيلا ، وإنما هو فى أحسن الحالات يقدر له وضعه بالنسبة إلى متغير بجواره ..

ورفض الحركة المطلقة .. ورفض السكون المطلق .. واعترف بعجزه عن اكتشاف الحالة الحقيقية لجسم من حيث الحركة والسكون .. وأنكر أن هناك شيئاً اسمه الحالة الحقيقية .. إنما هناك حالات نسبية دائماً . .

ماذا يقول عن الزمان ..

إن المكان والزمان هما حدان غير منفصلين فى الحركة .. فماذا تقول النسبية عن هذا الحد الثانى ..

الزمان

لا شيء يبعث على الحيرة أكثر من هذه الكلمة المبهمة الغامضة .. الزمان . .

ما هو الزمان . . ؟ !

هناك زمان نتداوله فى معاملاتنا ونعبر عنه بالساعة واليوم والشهر وهناك زمان نفسانى داخلى يشعر به كل منا فى دخيلة نفسه

والزمان الخارجى الذى نتداوله زمان مشترك . . نتحرك فيه كما يتحرك غيرنا . . نحن فيه مجرد حادثة من ملايين الحوادث . . ومرجعنا فيه تقويم خارجى . . أو نتيجة حائط .

أما الزمن الداخلى فهو زمن خاص . . لا يقبل القياس . . لأنه لا مرجع له سوى صاحبه . . وصاحبه يختلف فى تقديره . . فهو يشعر به شعوراً غير متجانس . . لا توجد لحظة فيه تساوى اللحظة الأخرى . . فهناك اللحظة المشرقة المليئة بالنشوة التى تحتوى على أقدار العمر كله . . وهناك السنوات الطويلة الفارغه التى تمر رتيبة خاوية كأنها عدم . . وهو زمن متصل فى ديمومة شعورية وكأنه حضور أبدى ، الماضى فيه يوجد كذكرى فى الحاضر ، والمستقبل يولد كتطلع وتشوف فى الحاضر ، اللحظة الحاضرة هى كل شيء ، ونحن ننتقل من لحظة حاضرة إلى لحظة حاضرة ، ولا ننتقل من ماض إلى حاضر إلى مستقبل ، نحن نعيش

فى حضور مستمر ، نعيش شاخصين باستمرار إلى سيال من الحوادث ينهال أمام حواسنا لا نعرف فى هذا الزمن الداخلى سوى « الآن » ، ننتقل من «آن» إلى « آن » ، ولا يبدو انقطاع النوم فى هذه الآنات إلا كانقطاع وهمى ، ما يلبث أن تصله اليقظة .

هذا الزمن الذاتى النفسى ليس هو الزمن الذى يقصده إينشتين فى نظريته النسبية.. إنه زمن برجسون ، وسارتر ، وهيدجر وكيركجارد ، وسائر الفلاسفة الوجوديين . (وهم يسمونه الزمن الوجودى ..) ولكنه ليس زمن اينشتين .

أما زمن اينشتين فهو الزمن الخارجى الموضوعى .. الزمن الذى نشترك فيه كأحداث ضمن الأحداث اللانهائية التى تجرى فى الكون .. الزمن الذى نتحرك بداخله .. وتتحرك الشمس بداخله .. وتتحرك كافة النجوم والكواكب .

وهو زمن له معادل موضوعى فى نور النهار . . وانحراف الظل .. وظلمة الليل .. وحركات النجوم .. وهو الزمن الذى نتفاهم من خلاله ونأخذ المواعيد ونرتبط بالعقود ونتعهد بالالتزامات .

* * *

ماذا يقول اينشتين فى هذا الزمان ..

إنه يتناوله فى نظريته النسبية بنفس الطريقة التى يتناول بها المكان.

المكان المطلق فى النظرية النسبية لا وجود له ..

إنه لا أكثر من تجريد ذهنى خادع ..

المكان الحقيقى هو مقدار متغير يدل على وضع جسم بالنسبة لآخر .. ولأن الأجسام كلها متحركة .. فالمكان يصبح مرتبطاً بالزمان بالضرورة .. وفى تحديد وضع أى جسم يلزم أن نقول إنه موجود فى المكان كذا فى الوقت كذا .. لأنه فى حركة دائمة .

وبهذا ينقلنا اينشتين فى نظريته إلى الزمان ليشرح هذه الرابطة الوثيقة بين الزمان والمكان .. فيقول إنه حتى الزمان بالتعبير الدارج عبارة عن تعبير عن انتقالات رمزية فى المكان ..

الزمن المعروف بالساعة واليوم والشهر والسنة ما هو إلا مصطلحات ترمز إلى دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس .. أو بشكل آخر « مصطلحات لأوضاع مختلفة فى المكان » .

الساعة هى دورة الأرض ١٥ درجة حول نفسها .. واليوم هو دورة كاملة .. والسنة هى التفافها الكامل حول الشمس ..

حتى الساعة التى نحملها فى معصمنا عبارة عن انتقالات فى المكان (انتقالات عقرب على ميناء دائرى من رقم إلى رقم) .

الزمان والمكان متصلان فى حقيقة واحدة Space-time continuum ويتنقل بعد هذا إلى النقطة الثانية فيقول :

إن كل الساعات التى نستخدمها على الأرض مضبوطة على النظام الشمسى .. لكن النظام الشمسى ليس هو النظام الوحيد فى الكون .. فلا يمكن أن نفرض تقويمنا الزمنى على الكون ونعتبر الكميات التى نقيس بها كميات مطلقة منزلة .

فالإنسان الذى يسكن المريخ مثلا سوف يجد للزمن دلالات مختلفة إذ أن المريخ يدور حول نفسه فى ٨٨ يوماً .. وهو فى هذه المدة نفسها يكون قد دار أيضاً حول الشمس .. ومعنى هذا أن طول اليوم المريخى يساوى طول السنة المريخية .. وهو تقويم يختلف تماماً عن تقويمنا ..

وبذلك يكون الزمن مقداراً لا معنى له إذا لم ينسب إلى النظام الذى اشتق منه ..

ولا يمكن أن نفرض كلمة مثل « الآن » على الكون كله .. فهى أولا كلمة ذاتية نفسية .. وحتى إذا اقتصرنا على معناها الموضوعى وهو توافقت حدثين .. وحدوثهما معاً فى ذات اللحظة .. فإن هذا التوافقت لا يمكن أن يحدث بين أنظمة مختلفة لا اتصال بينها ..

ويشرح اينشتين هذه النقطة وهى من أعمق تطبيقات النسبية وأكثرها غموضاً فيقول :

إن متكلماً من نيويورك يمكن أن يخاطب فى التليفون متكلماً آخر فى لندن ويكون الأول يتحدث فى ساعة الغروب بينما الآخر فى منتصف الليل .. ومع ذلك يمكن لنا أن نجزم بتوافقت الحدثين وحدوثهما معاً فى ذات اللحظة .. والسبب أن الحدثين يحدثان معاً على أرض واحدة خاضعة لتقويم واحد هو التقويم الشمسى .. ومن الممكن استنباط فروق التوقيت ورد هذه الآنية (الحدوث فى آن واحد) إلى مرجعها .. وهو النظام الواحد ..

أما القول بأنه من الممكن أن يحدث على الأرض .. وعلى كوكبه

الجبار مثلا .. أو الشعرى اليمانية .. أحداث متوافقة فى آن واحد .. فهو أمر مستحيل .. لأنها أنظمة مختلفة لا اتصال بينها .. والاتصال الوحيد وهو الضوء يأخذ آلاف السنين لينتقل من واحد من هذه الأنظمة إلى الآخر .. ونحن حينما نرى أحد هذه النجوم ويخيل إلينا إننا نراه « الآن » نحن فى الحقيقة نراه عن طريق الضوء الذى ارتحل عنه منذ ألوف السنين ليصلنا .. نحن فى الواقع نرى ماضيه ويخيل إلينا أننا نرى حاضره .. وقد يكون فى الحاضر قد انفجر واختفى أو ارتحل بعيداً خارج نطاق رؤيتنا .. وما نراه فى الواقع إشارة إلى ماض لم يعد له وجود بالمرة ..

لابد أولا لكى نجزم « بالآنية » من أن نعرف العـــلاقات بين الحوادث والمجاميع الكونية .. ونعرف نسبية كل مقدار موجود فى إحدى المجاميع إلى المقادير الموجودة فى المجاميع الأخرى .. ولابد من وجود وسيلة اتصال حاسمة تنقلنا عبر الأبعاد الفلكية الشاسعة ..

ولكن للأسف أسرع وسيلة مواصلات كونية إلى الآن هى الضوء وسرعته ١٧٦٢٨٤ ميل فى الثانية .. وهذه السرعة تمثل حدود معلوماتنا والسقف الذى تنتهى عنده المعادلات والرياضيات النسبية الممكنة .

ويعود اينشتين فيشرح هذا الكلام بتجربة خيالية ..

إنه يتصور شخصاً جالساً على رصيف محطة فى منتصف مسافة بين النقطتين ا ، ب على شريط سكة حديد يجرى عليه قطار ..

ويتخيل أن ضربتين من البرق حدثتا .. فى نفس الوقت وأنهما سقطتا على القضيب عند (ا) وعند (ب) . وأن الشخص الجالس على

على الرصيف يراقب العملية مزوداً بمرايا جانبية عاكسة .. سوف يرى ضربتى البرق فى وقت واحد فعلا ..

فإذا حدث وجاء قطار سريع متجهاً من (ب) إلى (ا) وكان على القطار شخص آخر مزوداً بمرايا عاكسة ليلاحظ ما يجرى فهل يلاحظ أن ضربتى البرق حدثتا فى وقت واحد فى اللحظة التى يصبح فيها محاذياً للملاحظ على الرصيف ..؟

وليقرب اينشتين المثل إلى الذهن يفترض أن القطار يسير بسرعة الضوء فعلا ١٨٦٢٨٤ ميل فى ثانية .. ومعنى هذا أن ضربة البرق (ب) التى تركها خلفه لن تلحق به لأنه يسير بنفس سرعة موجة الضوء .. وهو لهذا لن يرى إلا ضربة البرق (ا).

فلو كانت سرعة القطار أقل من سرعة الضوء .. فإن ضربة البرق (ب) سوف تلحق بعده متأخرة بينما سيشاهد ضربة البرق (ا) قبلها .. وبذلك لن يرى الحدثين متوافقين .. فى آن واحد .. بينما يراهما الملاحظ على الرصيف متوافقين فى آن واحد ..

وبهذا التناقض يشرح لنا أعمق ما فى نظريته .. ما يسميه « نسبية الوقت الواحد » .. وكيف أن الإنسان لا يستطيع أن يطلق كلمة الآن على الكون .. وإنما يمكن أن يطلقها فقط على نظامه الزمنى .. لأن كل مرجع من الأجسام له زمنه الخاص .. فإذا حدث وكانت هناك مجموعتان متحركتان كما فى تجربة الملاحظ المتحرك على القطار .. والملاحظ الواقف على الرصيف .. فإننا نقع فى التناقض نتيجة المساواة بين الاثنين .

والنتيجة الهامة التى يخرج بها اينشتين من هذه التجربة .. أن الزمان

مقدار متغير فى الكون .. وأنه لا يوجد زمن واحد للكون كله .. ممتد من مبدأ الوجود والخليقة إلى الآن .. وإنما يوجد عديد من الأزمان .. كلها مقادير متغيرة لا يمكن نسبتها إلى بعضها إلا بالرجوع إلى أنظمتها واكتشاف علاقة حوادثها بعضها بالبعض .. وتحقيق الاتصال بينها .. وهذا مستحيل .. لسبب بسيط .. أن أسرع المواصلات الكونية وهى الضوء .. لا تستطيع أن تحقق تواقتاً بين أطرافه ..

والنتيجة الثانية التى يخرج بها .. أنه بما أن سرعة الضوء هى الثابت الكونى الوحيد فينبغى تعديل الكميات التى نعبر بها عن الزمان والمكان فى كل معادلاتنا لتتفق مع هذه الحقيقة الأساسية ..

ومن الآن فصاعداً يصبح الزمان مقداراً متغيراً .. والمكان مكاناً متغيراً .

وهذا يلقى بنا إلى نتائج مدهشة .

نتائج مدهشة

وصلنا من الحلقات السابقة إلى أن الزمن مقدار متغير يتوقف على المجموعة المتحركة التى يشتق منها .. وأن كل زمن له مرجع هو حركة الجسم وحركة المجموعة التى يستنبط منها أساس تقويمه الزمنى ..

فإذا حدث وتغيرت حركة الجسم فإنه ينبغى أن يتغير زمنه ..

وبما أن الحد الأقصى لسرعة الحركة هو سرعة الضوء .. ١٨٦٢٨٤ ميل ثانية فإن هذا الرقم يمثل حدود معرفتنا .. والسقف الذى تقف عنده معادلاتنا وحساباتنا الرياضية ..

وما يقال عن الزمان يقال عن المكان ..

ويضرب اينشتين مثلا بسيطاً لهذا الكلام فيقول :

أننا إذا تصورنا ساعة ملصقة بجسم متحرك.. فإن هذه الساعة لابد أن تسير بسرعة أخرى مختلفة عن سرعة ساعة ملصقة بجسم ساكن كالجدار مثلا..

وبالمثل فإن مسطرة تتحرك فى الفضاء لابد أن يتغير طولها تبعاً لحركتها ..

وعلى وجه الدقة .. فإن الساعة الملصقة بجسم متحرك .. تتأخر

فى الوقت كلما زادت سرعة الجسم حتى تبلغ سرعة الجسم سرعة الضوء فتتوقف الساعة تماماً والشخص الذى يصاحب الساعة فى حركتها لا يدرك هذه التغيرات .. وإنما يدركها الشخص الذى يلاحظها من مكان ساكن ..

وبالمثل تنكمش المسطرة فى اتجاه حركتها كلما زادت هذه الحركة حتى يتحول طول المسطرة إلى صفر حينما تبلغ سرعة الضوء ..

والتفسير بسيط .. إن الساعة التى تسير بسرعة الضوء .. لن يصل إلينا الشعاع القادم منها .. فهى بالنسبة لنا ستبدو متوقفة عند أوضاع العقارب التى شاهدناها بها أول مرة .. فإذا كانت تسير بسرعة عالية لكن أقل من سرعة الضوء .. فإن رؤيتنا للتغيرات على وجهها ستبدو دائماً متخلفة .. وسنشعر أنها تؤخر .

وبالمثل مسطرة تتحرك بسرعة الضوء .. فإننا لن نرى منها إلا نقطة .. إلا طول مقداره صفر .. فإذا كانت حركتها سريعة ولكن أقل من سرعة الضوء فإنها ستبدو اقل طولا مما هى عليه .

أما بالنسبة للمسافر بهذه السرعة العالية فإنه لن يلاحظ أى تغير .. إن دقات قلبه سوف تبطىء ولكن ساعة يده سوف تؤخر .. وهو لهذا لن يلحظ أى تغير فى سرعة قلبه ..

ولكن الذى يلاحظه من على الأرض بتلسكوب مثلا .. سوف يكتشف أنه يكبر ببطء ..

ولو قدر لواحد أن يسافر بصاروخ سرعته ١٦٧٠٠٠ ميل ثانية مثلا .. ليقضى فى سفريته عشر سنوات .. فإنه حينما يعود إلى الأرض سوف يكتشف أنه كبر فى العمر خمس سنوات فقط ..

وهذه نتائج تبدو غريبة وغير مصدقة وخرافية ..

والسبب هو التعود ..

نحن أسرى التعود .. والأحاسيس المألوفة .

ولم يحدث أن رأينا ساعة تؤخر لمجرد أنها مثبتة فى قطار متحرك مثلا ..

ولم يحدث أن رأينا مسطرة تنكمش فى اتجاه حركتها ..

والسبب أن السرع الأرضية كلها بما فيها سرعة الطائرات والصواريخ هى سرع صغيرة جداً بالنسبة لسرعة الضوء .. وبالتالى تكون التغيرات فى الزمان وفى المقاييس المترية طفيفة جداً جداً جداً .. ولا يمكن إدراكها بالحواس .

فإذا أضفنا لهذا أن علم الطبيعة الكلاسيكية قد علمنا منذ الصغر أن الأجسام المتحركة تحافظ على أطوالها سواء فى الحركة أو السكون .. وأن الساعة تحافظ على انضباطها سواء كانت متحركة أو ساكنة .. فالنتيجة إننا نعيش سجناء .. أسرى آراء خاطئة .. وأحاسيس خاطئة.. تعمقت جذورها فينا يوماً بعد يوم نتيجة الألفة ..

والعالم العظيم والمكتشف العبقرى هو وحده الذى يستطيع أن يمزق أستار هذه الألفة .. ويتخلص من اسار هذه العادة .. ويأخذ بيدنا إلى حقيقة جديدة .. وهذا هو ما فعله اينشتين والنتيجة هى الدهشة .. وعدم التصديق ..

لأن الحقيقة تصدم حواسنا ..

ومن حسن الحظ أن العلم لم يتوقف عند مجرد الأمثلة الخيالية .. والافتراضات .. والمعادلات الجبرية .. وإنما استطاع أن يقدم لنا دليلا ملموساً على صدق النسبية ..

استطاع إيفز سنة ١٩٣٦ أن يثبت أن ذرة الإيدروجين المشع المنطلقة بسرعة عالية .. تطلق أشعة ترددها أقل من الذرات الساكنة أو بشكل آخر أن الزمن فيها أبطأ .. فتردد الموجة هو ذبذبتها فى الزمن ، وحينما نقول إن تردد الموجة يقل مع الحركة فإنه يكون مثل قولنا إن عقرب الساعة يتحرك على مينائها بطريقة أبطأ .. وأن زمنها يتأخر ..

وهكذا أمكن لاينشتين أن يثبت قصور رياضيات نيوتن وعدم كفايتها فى حساب السرع والأبعاد الكبيرة فى الكون الشاسع ..

وأثبت ماكس بلانك بالمثل قصور رياضيات الضوء الكلاسيكية وعدم كفايتها فى حساب العلاقات الدقيقة بين الأبعاد الصغيرة جداً فى الذرة والفوتون ..

وكانت النتيجة هى النظرية النسبية كمحاولة لشرح ظواهر الكون الكبير ومعرفة علاقاته ..

والنظرية الكمية كمحاولة لشرح ظواهر عالم الذرة الصغير ومعرفة علاقاته ..

ولكن بين النظريتين فجوة ..

ولابد من محاولة ثالثة لربط النظريتين بقانون واحد ومعادلات واحدة حتى يتم ربط الكون كله فى إطار من قانون واحد .. فاينشتين عنده نظرية لايريد أن يتزحزح عنها .. أن الكون بسيط برغم تعدده .. وأن ظواهره الكثيرة برغم اختلافها وتناقضها .. فإن فيها وحدة ..

وهو يؤمن بهذه الوحدة إيماناً دينياً .. وهى تقوم فى ذهنه سابقة على أى برهان ..

وأكثر من هذا هو مؤمن بالمعنى التقليدى للمؤمنين — فهو يعتقد فى إله .. ويعتقد أن الكون متسق ومنسجم .. وإنه آية من آيات النظام .. وأنه يمكن تعقله ..

وهو يرفض فكرة أن الكون فوضى .. ويرفض فكرة الاتفاق الصدفة والعشوائية و ...

ويشكر الله كل يوم على القدر القليل الذى يسره له من الحقيقة ويبدى إعجابه بالروح العليا التى تكشف له عن سرها فى التفاصيل القليلة الممكنة لإدراكه ..

وهو فى سنة ١٩٢٥ يتقدم بنظرية « المجال الموحد » فى محاولة ليجمع

شتات القوانين الطبيعية ويضمها تحت لواء قانون واحد ثم يعود فيستبعدها .. ويرفضها ..

إن الأمر أصعب بكثير مما تتصور .

وهو يحتاج إلى مزيد من العرق .. والكفاح .

* * *

وإذا عدنا للأساس الذى يبنى عليه اينشتين وحدة القوانين الطبيعية فإننا نرى أن أساسها عنده هو الضوء ..

فالضوء بسرعته الثابتة الواحدة خلال رحلته الأبدية فى أطراف الكون يضم أشتات الكون تحت لواء قوانين واحدة .. وفى نفس الوقت يزود الرياضة بأحد الثوابت النادرة التى يمكن أن تعتمد عليها..

إن « ١٨٦٢٨٤ ميل ثانية » هو ثابت مطلق لا يتغير مقداره فى أى طرف من أرجاء الكون .

وبما أنه يربط جميع المجموعات المتحركة وينتقل بينها .. دون أن يتغير .. فلابد أن هناك قاسماً مشتركاً أعظم لكل القوانين المختلفة التى تحكم هذه المجموعات ..

هناك أمل إذن .. والطريق مفتوح ..

وإذا عدنا إلى مثل الساعة المتحركة .. والمسطرة المتحركة .. فإننا سوف نذكر أننا قلنـــا إن الساعة المنطلقة بحركة عالية تظل تؤخر وتؤخر حتى تبلغ سرعة الضوء فيتوقف الزمن فيها تماماً ..

والمسطرة الطائرة بالمثل تظل تنكمش وتنكمش حتى تبلغ سرعة الضوء فيصبح طولها صفراً ..

وهذه مستحيلات فرضية بالطبع .. لأن سرعة الضوء حد أقصى لا يمكن لأى جسم أن يبلغها ، فهى قاصرة على الضوء ذاته ..

ولكن اينشتين يمعن فى الافتراض .. فيبحث فى صفة ثالثة غير زمان الجسم ومكانه .. هى كتلته .. ويتساءل .. ماذا يحدث لكتلة جسم منطلق بسرعة عالية تقترب من سرعة الضوء ..

والنتيجة هى مفاجأة أكثر إدهاشاً من كل المفاجآت السابقة ..

الكتلة

الكتلة مرادفة للوزن فى لغة الكلام العادى .. والذين يذكرون بعض المعلومات التى أخذوها فى كتب الطبيعة يعلمون أن للكتلة تعريفاً مختلفاً .. فهى « خاصية مقاومة الحركة » .. هكذا يسميها الفقهاء ..

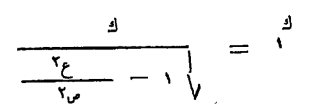
وقد تعلمنا من هؤلاء الفقهاء إن الكتلة كم ثابت .. وأنها لا تتأثر بحركة الجسم أو بسكونه .. فهى صفة جوهرية فيه ..

ولكن اينشتين الذى قلب وجه الفقه الطبيعى أثبت أن الكتلة نسبية مثل الزمان والمكان .. وأنها مقدار متغير .. وأنها تتغير بحركة الجسم ..

كلما ازدادت سرعة الجسم كلما ازدادت كتلته ..

ولا تبدو هذه الفروق فى السرع الصغيرة المألوفة حولنا ولهذا تفوتنا فلا نلاحظها .. ولكنها فى السرع العالية التى تقترب من سرعة الضوء تصبح فروقاً هائلة .. حتى إذا بلغت سرعة الجسم مثل سرعة الضوء فإن كتلته تصبح لانهائية .. وبالتالى تصبح مقاومته للحركة لانهائية وبالتالى يتوقف .. وهذه فرضية مستحيلة طبعاً لأنه لا يوجد جسم يمكنه أن يتحرك بسرعة الضوء ..

واستطاع اينشتين أن يقدم المعادلة الدقيقة التى تبين العلاقة بين كتلة الجسم وسرعته ..



$$ك_{١} = \frac{ك}{\sqrt{١ - \frac{ع^{٢}}{ص^{٢}}}}$$

حيث أن $ك_{١}$ هى كتلة الجسم وهو متحرك .. ك كتلته وهو ساكن ، ع سرعته . ص سرعة الضوء ..

والذين يذكرون أوليات علم الجبر يعلمون أن ع حينما تكون مقاديرها صغيرة لا تؤثر بكثير فى المعادلة .. ولكن حينما تقترب ع من سرعة الضوء فإن النتيجة تتضخم بشكل هائل وتصبح قيمة الجزر التربيعى أقرب إلى الصفر .. وتصبح الكتلة الجديدة هى ك مقسومة على صفر أى لانهاية ..

ولم تلبث المعامل أن قدمت لنا التجربة الملموسة التى تثبت صدق هذه المعادلة .. وبهذا خرجت بها من حيز الافتراضات الجبرية إلى حيز الحقائق العلمية المعترف بها ..

أثبتت التجارب أن القذائف المشعة التى تطلقها مادة الراديوم واليورانيوم (وهى دقائق مادية متناهية فى الصغر تنطلق بسرعة قريبة من سرعة الضوء ..) تزداد كتلتها بما يتفق مع حسابات اينشتين ..

وخطا اينشتين خطوة أخرى فى تفكيره النظرى .. قائلا : إنه ما دام الجسم يكتسب مزيداً من الكتلة حينما يكتسب مزيداً من الحركة .. وبما أن الحركة شكل من أشكال الطاقة .. فإن معنى هذا أن الجسم حينما يكتسب طاقة يكتسب فى نفس الوقت كتلة .. أى أن الطاقة يمكن أن تتحول إلى كتلة والكتلة يمكن أن تتحول إلى طاقة ..

وما لبث أن قدم المعادلة التاريخية لهذه العلاقة بين الطاقة والكتلة .. وهى المعادلة التى صنعت القنبلة الذرية على أساسها ..

$$ط = ك \times ص^{٢}$$

أو أن الطاقة المتحصلة من كتلة معينة تساوى حاصل ضرب هذه الكتلة بالجرام فى مربع سرعة الضوء بالسنتيمتر ثانية ..

ويلاحظ هنا أن الطاقة الناتجة من تفجير جرام واحد كمية هائلة جداً .. وأنها يمكن أن تحرق مدينة .. أو تزود مديرية كاملة بالوقود لمدة سنة ..

فإذا أردنا أن نحسب كمية الكتلة المتحصلة من تركيز كمية الطاقة فإن المعادلة تكون أن الكتلة تساوى الطاقة مقسومة على سرعة الضوء بالسنتيمتر ثانية .. أى مقدار ضئيل جداً ..

والمعادلة تفسر لنا السر فى أزلية هذا الكون وقدمه .. السر فى أن هذا العدد الهائل من النجوم مضت عليه آماد طويلة من بلايين السنين وهو يشع نوراً وطاقة وحرارة .. ولم تبد عليه مخايل الفناء بعد ..

والسر هو أن النجوم تحترق بطريقة أخرى غير احتراق السجاير .. والكبريت .. فالكبريت يشتعل بطريقة كيمائية .. والنار التى تخرج منه هى حرارة اتحاد عناصر بعضها البعض .. هى حرارة اتحاد الكبريت بالأوكسجين ليتنج ثانى أكسيد الكبريت واتحاد الكربون بالأكسجين ليتنج ثانى أكسيد الكربون ..

الكبريت لا يفنى وإنما يتحول إلى مركبات أخرى .. هى الدخان .

أما احتراق الشمس والنجوم فإنه احتراق فناء ..

ذرات الشمس والنجوم تتحطم وتتدفق شعاعاً فى كل أقطار الكون. وهذا النوع من الاحتراق النووى بطىء جداً .. لأن قليلا جداً جداً من المادة يملأ الفضاء بالكثير جداً جداً من الطاقة .. فالنجوم تخسر قليلا جداً من مادتها كل يوم. وهذا سر عمرها الطويل الأزلى ولو كانت الشمس تحترق بالطريقة التى تحترق بها السجائر وعيدان الكبريت لانطفأت فى لحظة ولتحولت الأرض إلى صقيع وانقرض ما عليها من صنوف الحياة ..

ولقد كان انفجار قنبلة هيروشيما .. واختراع القنبلة الهيدروجينية بعد ذلك .. ثم قنبلة النيوترون .. بداية فتح رهيب فى عالم الطاقة .

لقد سلم اينشتين مفاتيح جهنم للعلماء .. وللساسة المخبولين .. وللمجانين من هواة الحروب .. بهذه المعادلة البسيطة ..

وأصبح ممكناً بالحساب والأرقام معرفة كمية المادة اللازمة لنسف دولة وإفناء شعب .. وهى فى العادة قليل من جرامات اليورانيوم والماء الثقيل والكوبالت .. أقل مما يملأ قبضة اليد ..

وانفتح فى نفس الوقت باب لبحوث الفضاء .. وأصبح السفر فى صواريخ هائلة تنطلق بسرعة خارقة وتخرج من جاذبية الأرض .. ممكناً .. نتيجة اختراع صنوف جديدة من الوقود الذرى ..

لكن أهم من هذه التطبيقات العملية .. كانت هناك نتيجة نظرية خطيرة ترتبت على هذه الخطوة ..

إن الحاجز بين المادة والطاقة قد سقط نهائياً .. وأصبحت المادة هى الطاقة .. والطاقة هى المادة ..

لا فرق بين الصوت والضوء والحرارة والحركة والمغنطيسية والكهرباء .. وبين المادة الخاملة التى لا يخرج منها صوت ولا تند عنها حركة .

فالمادة هى كل هذه الظواهر مختزنة مركزة .

المادة هى الحركة مضغوطة محبوسة .

هى قمقم سليمان فيه عفريت .

وأينشتين هو الذى أطلق تعزيمة الرموز والطلاسم الجبرية فانفتح القمقم وخرج العفريت .

المادة ليست مادة ..

إنها حركة ..

ما الفرق بين أن نقول ذلك .. وبين أن نقول إنها روح ..

الروح تعبير صوفى نقصد به الفاعلية الخالصة التى بلا جسد ..

والمادة اتضح أنها فاعلية خالصة (حركة) وأن جسمها الملموس وهم ، من أوهام الحواس .

الألفاظ تختلط ببعضها .. وكل شىء جائز .

ومنذ اللحظة التى حطم فيها اينشتين السد الوهمى بين المادة والطاقة ،

انهار كل يقين حسى ملموس .. وتحولت الدنيا إلى خواء مشحون بطاقة غير مرئية .. مثل الجن والعفاريت .. مرة يسميها العلم .. موجات مغنطيسية كهربائية .. ومرة يسميها أشعة كونية .. ومرة يسميها أشعة إكس .. ومرة يسميها جزيئات بيتا .. ومرة يسميها أشعة جاما .. وأغلبها أشياء تقتل فى الظلام دون أن تدركها الحواس .. وهذه الأشياء هى نفسها المادة الساذجة الخاملة التى نتداولها بين أيدينا كل يوم ..

وسط هذا التشويش والغموض وجدت بعض المعضلات العلمية تفسيرها .. المشكلة التى أثارها ماكس بلانك .. هل طبيعة الضوء ذرية .. أو موجية ..؟!!

مثل هذا الازدواج أصبح طبيعياً .. فالضوء مادة وفى نفس الوقت طاقة .. ولابد أن يحمل أثر هذه الطبيعة المزدوجة .. وهى ازدواج وليس تناقضاً .. لأن الذرة ليست شكلا ثابتاً وحيداً للمادة .. وإنما هى فى ذات الوقت يمكن أن تتبعثر أمواجاً ..

* * *

ماذا يقول لنا اينشتين بعد هذا ..

لقد أثبت نسبية الزمان ونسبية المكان ونسبية الكتلة .. ثم كشف عن الكتلة فإذا بها خواء اسمه « الحركة » ..

الحركة المطلقة

أنكر اينشتين فى نظريته أن هناك حركة مطلقة .. فمن المستحيل أن نعرف أن جسماً ما فى حالة حركة او فى حالة سكون إلا بالرجوع إلى جسم آخر ..

وتاريخنا مع الأرض يؤكد كلام اينشتين .. لقد ظللنا نعتقد قروناً طويلة بأن الأرض ساكنة حتى اكتشفنا حركتها عن طريق رصد النجوم والكواكب حولها ..

ولو أن أرضنا كانت تدور وحدها فى فضاء الكون لما أمكن على الإطلاق معرفة حركتها من سكونها .. لانعدام أى مرجع تقيس به .. ولكان من المؤكد أننا سوف نظل جاهلين بحالنا .. وكان هناك استثناء واحد ..

أن تبطىء الأرض فى حركتها فجأة .. أو تسرع فجأة .. أو تضطرب حركتها .. فندرك عن طريق تثاقل أجسامنا وقصورنا الذاتى إننا على جسم متحرك .. شأننا شأن راكب الطائرة الذى يستطيع أن يكتشف حركتها دون حاجة أن يطل من النافذة أو يرجع إلى مرجع بمجرد أن تغير الطائرة من سرعتها أو اتجاهها أو ارتفاعها .. ومثل راكب القطار الذى يجلس فى مقصورة مغلقة جاهلا بحركة قطاره حتى يبدأ القطار فى التباطؤ أو ينحرف عن مسيره .. فيدرك أن قطاره يتحرك ..

وكان معنى هذا الاستثناء أن الحركة يمكن أن تكون مطلقة إذا كانت غير منتظمة .. فهى فى هذه الحالة يمكن إدراكها بالرجوع إلى ذاتها .. وبدون حاجة إلى مرجع خارجى ..

ولهذا وضع اينشتاين نظريته الأولى « النسبية الخاصة » وقصرها على الأجسام التى تتحرك بحركة منتظمة .. وقال فيها : « إن قوانين الكون واحدة لكل الأجسام التى تتحرك بحركة منتظمة » .

ولكن هذا الشذوذ فى القاعدة .. ظل يؤرق باله .. فهو لا يعتقد فى كون معقد وإنما يؤمن بكون بسيط .. ويرى أن البساطة أعمق من التعقيد .. وأن تعدد القوانين وتناقضها فى كون واحد يدل على عقل رياضى سطحى عاجز من إدراك الحقيقة .

وبعد سنوات من التفكير والحساب وإعادة النظر قدم نظريته الجريئة « فى النسبية العامة » التى أعلن فيها أن « قوانين الكون واحدة لكل الأجسام بصرف النظر عن حالات حركتها » .. وبذلك عاد فأكد رفضه لكل ما هو مطلق .. حتى هذا الاستثناء الواحد .. الحركة غير المنتظمة .. هى الأخرى أصبحت نسبية لا يمكن الجزم بها بدون مرجع خارجى ..

* * *

ولتقريب هذا الإشكال الجديد إلى الذهن تخيل اينشتين أرجوحة مربوطة بحبال إلى عمود رأسى .. وأن هذه الأرجوحة تدور حول العمود كما تدور أراجيح الأطفال فى المولد .. مع فارق واحد :

إنها مغلقة تماماً وأن الجالس بداخلها لا يرى ما يدور خارجها.. وأنها موجودة فى الفضاء بعيداً عن أى جاذبية ..

ماذا سوف يحدث لعدد من العلماء جالسين فى تلك الأرجوحة ؟

إنهم سوف يلاحظون أن أجسامهم تتثاقل دائماً نحو أرضية الأرجوحة ، وأنهم إذا ألقوا بأى شىء فإنه يسقط دائماً نحو الأرضية.. وإذا قفزوا من أماكنهم فإنهم سوف يقعون دائماً نحو الأرضية .. وإذا انطلقت رصاصة لتخترق جدار الأرجوحة فإنها سوف تميل نحو أرضيتها على شكل قطع مكافىء .. وسوف يكون تعليلهم لهذه الظواهر أن هناك قوى جاذبية فى هذه الأرضية ..

وهم لن يفطنوا إلى أن الأرضية هى الجدار الخارجى لأرجوحتهم نظراً لأن الحواس تقرن دائماً أى تثاقل بأنه اتجاه إلى تحت (وهو شبيه لما يحدث لنا على الأرض .. فنحن أثناء دوران الأرض تكون رؤوسنا إلى أسفل وأقدامنا إلى أعلى ومع ذلك يخيل إلينا العكس .. أن أقدامنا إلى أسفل دائماً نتيجة الإحساس بالتثاقل الناتج عن الجاذبية) .

وهكذا سوف تكون جميع حسابات هؤلاء العلماء مؤكدة بأنهم خاضعون لقوى الجاذبية ..

ولكن من يلاحظ هذه الأرجوحة من الخارج سوف يخطىء كل حساباتهم .. وسوف يرى أنهم خاضعون للقصور الذاتى المعروف باسم القوة الطاردة المركزية .. وهى القوة التى تطرد الأجسام المتحركة فى دائرة إلى خارج الدائرة ..

ومعنى هذا أن هنـــاك إمكانية للخلط دائماً بين الحركة الناتجة من الجاذبية والحركة الناتجة من القصور الذاتى .. وأنه لا يمكن التفرقة بين الاثنين بدون مرجع خارجى ..

فإذا عدنا إلى الإشكال الأول — وهو إشكال الحركة غير المنتظمة وتخيلنا الأرض التى تسير وحدها فى الفضاء ..

وتخيلنا الاستثناء الذى ترتب عليه إدراكنا لهذه الحركة وهو أن تبطىء أو تسرع .. أو تضطرب فى حركتها .. فإن هذا الاستثناء لا يكون دلالة على أن حركتها مطلقة .. إذ أن الخلط ما زال قائماً .. فن المحتمل أن يكون ما حسبناه حركة أرضية (نتيجة القصور الذاتى) هو فى الواقع اضطراب فى مجـــال الجاذبية لنجم بعيد غير مرئى .. (مثل ما يحدث فى حركة مياه البحر من مد وجزر نتيجة التقلبات فى مجال جاذبية القمر) .

إن التمييز بين الحركة الناتجة عن القصور الذاتى ، والحركة الناتجة عن الجاذبية ، مستحيل ، بدون مرجع خارجى ..

وبذلك لا تكون هناك حركة مطلقة .. حتى الحركة غير المنتظمة .

وبذلك تصبح نظرية اينشتين نظرية عامة شاملة لكل قوانين السكون لا نظرية خاصة بالأجسام ذات الحركة المنتظمة ..

* * *

والبرهان الثانى يأخذه اينشتين من ظاهرة طبيعية معروفة هى سقوط الأجسام نحو الأرض بسرعة واحدة مهما اختلفت كتلاتها ،

كرة من الحديد تسقط نحو الأرض بنفس السرعة التى تسقط بها كرة من الخشب مماثلة لها فى الحجم بنفس السرعة التى تسقط بها قنبلة مدفع ..

وإذا كانت قطعة من الورق تسقط نحو الأرض ببطء فالسبب أن مسطحها كبير ومقاومة الهواء لسقوطها كبيرة مما يؤدى إلى هذا البطء فى سقوطها .. ولكن لو كورناها تماماً فإنها سوف تسقط نحو الأرض بنفس السرعة التى تسقط بها كرة الحديد .

ولقد كانت هذه السرعة الواحدة التى تسقط بها جميع الأجسام مصدر مشكلة عويصة فى الطبيعة .. إذ أن هذه الظاهرة هى عكس الظاهرة المعروفة فى حركة الأجسام الأفقية .. وتفاوت سرعتها تبعاً لكتلتها .. فالقوة التى تدفع كرة صغيرة عدة أميال إلى الأمام .. لا تكاد تحرك عربة سكة حديد إلا عدة سنتيمترات .. نتيجة أن عربة السكة الحديد تقاوم الحركة بقصورها الذاتى الأكبر بكثير من قصور كرة صغيرة ذات كتلة صغيرة ..

وقد حل نيوتن هذا الإشكال بقانونه الذى قال فيه إن قوة الجاذبية الواقعة على جسم تزداد كلما ازداد قصوره الذاتى . . والنتيجة أن الأرض تشد الكرة الحديد بقوة أكبر من الكرة الخشب .. ولذلك تسقط الكرتان بسرعة واحدة .. لأنه ولو أن الكرة الحديد قصورها أكبر ومقاومتها للحركة أكبر إلا أن القوة التى تشدها أكبر ..

وهذا القانون الذى أعلنه نيوتن باسم « تكافؤ الجاذبية والقصور الذاتى » .. هو دليل آخر على إمكانية الخلط بين القوتين ..

* * *

انتهت نظرية اينشتين الثانية المعروفة « بالنسبية العامة » إلى نفى كل ما هو مطلق .. وإلى اعتبار الكون خاضعاً لقوانين واحدة برغم اختلاف الحركة فى داخله .. وإلى استحالة معرفة الحركة من السكون بدون مرجع خارج عن نطاق الحركة وعن نطاق هذا السكون .. وإلى استحالة اليقين المطلق بأى شىء .. فالحقيقة نفسها نسبية .

ولكن اينشتين فتح على نفسه باباً خطيراً من الشك ..

فهذا الخلط بين الجاذبية .. والقصور الذاتى .. فتح باباً للتساؤل .. من أين نعلم إذن أن ما نقيسه على الأرض هو ظواهر لقوة جاذبية .. لماذا لا تكون ظواهر قصورية ..

إن وجود الجاذبية يصبح أمراً مشكوكاً فيه من أساسه ..

وعلى اينشتين أن يملأ هذه الفجوة الرهيبة التى فتحها .. عليه أن يواجه عملاقاً اسمه نيوتن .. ويرد عليه ..

والإشكال الثانى هو هذا التفكك الذى اعترى الحقيقة على يد النسبية .. فانفرطت إلى كلمـــات خاوية .. المكان .. والزمان .. والكتلة .. حتى الكتلة انفرطت هى الأخرى فأصبحت حركة .. مجرد خواء ..

كيف يعود اينشتين فيبنى من هذا الخواء كوناً مأهولا معقولا ملموساً كالكون الذى نراه ..

وكيف يصبح لهذا الكون شكل .. وأعمدة الشكل .. وهى الصلابة المادية .. قد انهارت .. وتبخرت .. إلى طاقة .. وإشعاع غير منظور

إن اينشتين عمد إلى البساطة فانتهى إلى الغموض ..

وهدف إلى الحقيقة فأخذ بيدنا إلى هوة من الشك لانجاة منها ..

البعد الرابع

إذا كنت فى البحر وأردت أن تحدد وضعك فأنت فى حاجة إلى نسبة هذا الوضع إلى بعدين .. هما الطول والعرض .. فأنت عند التقاء خط طول كذا بعرض كذا ..

أما إذا كنت طائراً فى الهواء وأردت أن تحدد وضعك فأنت فى حاجة إلى ثلاثة أبعاد .. الطول والعرض والارتفاع .. لتحدد النقطة التى أنت فيها بالضبط .

وهذه الأبعاد الثلاثة لا تصف لنا حركتك .. لأن وضعك يتغير من لحظة لأخرى على محور رابع غير منظور ولا ملموس هو الزمن .. فإذا أردت أن تعرف حركتك فإن الأبعاد الثلاثة لا تكفى ولابد أن تضيف إليها بعداً رابعاً هو الزمن .. فأنت على خط طول كذا وخط عرض كذا فى ارتفاع كذا فى الوقت كذا ..

ولأن كل شىء فى الطبيعة فى حالة حركة .. فالأبعاد الثلاثة هى حدود غير واقعية للأحداث الطبيعية .. والحقيقة ليست ثلاثية فى أبعادها ولكنها رباعية ..

إنها المكان والزمان معاً فى « متصل واحد »

(Space-time continuum)

ولكن المكان والزمان يظهران دائماً منفصلين فى إحساسنا .. لأننا لا نرى الزمان ولا نمسكه كما نمسك بالأبعاد المكانية الأخرى .. ولا نعرف له معادلا موضوعياً خاصاً به كما للمكان ..

ومع هذا فاتصال الزمان بالمكان حقيقة .. بدليل أننا إذا أردنا أن نتتبع الزمان فإننا نتتبعه فى المكان .. فنترجم النقلات الزمانية بنقلات مكانية .. فنقول « فلان بيكبر » ونقصد فى السن .. والحجم .. ونقول « وقت الغروب » .. ونقصد انحدار الشمس فى المكان بالنسبة للأرض .. ونقول .. اليوم .. والشهر .. والسنة .. وهى إشارات للأوضاع المكانية التى تحتلها الأرض حول الشمس .

ونحن حينما ننظر فى أعماق السماء بالتلسكوب لنشاهد نجوماً بعيدة جداً بيننا وبينها ألوف السنين الضوئية نحن فى الحقيقة ننظر فى الزمان لا فى المكان وحده .. نحن ننظر فى ماضى هذه النجوم .. وما نراه هو صورتها حينما غادرها الضوء ليصل إلينا بعد هذه الألوف من السنين ..

ومع هذا فنحن لا نستطيع أن نتخيل شكلا ذا أبعاد أربعة ..

إن هذه التركيبة الخيالية تحدث لنا دواراً ..

فكيف يمكن أن يضاف الزمان إلى الأبعاد الثلاثة ليصنع شكلا ذا أبعاد أربعة .. وماذا تكون صفة هذا الشكل ..

وأينشتين يقول إننا سجناء حواسنا المحدودة .. ولهذا نعجز عن رؤية هذه الحقيقة وتصورها .

ولكن كل ما فى الكون من أحداث يثبت أن هذه التركيبة ليست تركيبة فرضية رياضية .. وإنما هى حقيقة .. فالزمان غير منفصل عن المكان وإنما هما نسيج واحد .

وهذا النسيج هو «المجال» الذى تدور فيه كل الحركات الكونية .. وعند كلمة « مجال » نتوقف قليلا .. فهى كلمة لها عند اينشتين معنى جديد عميق ..

* * *

كلمة « المجال » هى الكلمة التى يرد بها اينشتين على نظرية الجاذبية لنيوتن ..

نيوتن يقول إن الجاذبية قوة كامنة فى الأجسام تجذب بعضها إلى بعض وتؤثر عن بعد .

ولكن اينشتين يرفض نظرية التأثير عن بعد .. وينكر أن الجاذبية قوة .. ويقول إن الأجسام لا تشد بعضها بعضاً .. ولكنها تخلق حولها « مجالا » ..

كل جسم يحدث اضطراباً فى الصفات القياسية للفضاء حوله .. كما تحدث السمكة اضطراباً فى الماء حولها .. ويخلق حوله مجالا (نتيجة التعديلات التى تحدث فى الزمان والمكان حوله) ..

وكما فى المغناطيس يمكن تخطيط هذا المجال عن طريق رش برادة الحديد .. كذلك يمكننا عن طريق الحساب والمعادلات أن نحسب

شكل وتركيب مجال جسم معين عن طريق كتلته ..

وقد استطاع اينشتين أن يقدم بالفعل هذه المعادلات المعروفة بمعادلات التركيب .. وأرفق بها مجموعة أخرى من المعادلات سماها معادلات الحركة .. لحساب حركة أى جسم يتمع فى ذلك المجال ..

وتفسير ما يحدث فى نظر اينشتين حينما يجذب المغنطيس برادة الحديد .. أن برادة الحديد تتراص فى صفوف فى الفضاء وفقاً للمجال.. لأنها لا تستطيع أن تسلك سبلا أخرى فى حركتها نتيجة التعديلات التى أحدثها وجود المغنطيس فى الخواص القياسية للفضاء حوله ..

أن المغنطيس لا يجذب البرادة ..

والبرادة لا تنجذب إلى المغنطيس ..

ولكنها لا تجد طريقاً تسلكه سوى هذه السكك الفضائية الجديدة التى اسمها المجال المغنطيسى ..

.. تماماً كما تخلق السمكة نتيجة حركتها فى الماء تياراً تسير فيه ذرات الغبار العالقة بالماء .. ويبدو على هذه الذرات أنها تسير منجذبة إلى السمكة .. ولكنها فى الواقع تتحرك وفقاً للدوامة المائية وللتيارات التى خلقتها السمكة بحركتها فى الماء .. إنها لا تتحرك بقوة السمكة .. بل هى تتحرك وفقاً للمجال ..

وكان من الممكن أن تمر هذه النظرية على أنها نوع من التخريف والهذيان لولا أن معادلات اينشتين قد استطاعت أن تتنبأ بظواهر طبيعية وفلكية .. كانت تعتبر إلى وقت قريب من الألغاز ..

فقد ظلت حركة المريخ حول الشمس لغزاً حتى فسرتها هذه المعادلات ..

والظاهرة التى كانت تحير العلماء أن هذا الكوكب الصغير ينحرف عن مداره بمقدار معين كل عدد معين من السنين .. وأن المجال الذى يدور فيه يتنقل من مكانه بمضى الزمن ..

وقد تنبأت معادلات اينشتين بمقدار الانحراف بالضبط ..

وكان التفسير الذى قدمه اينشتين لهذه الظاهرة أن شدة اقتراب المريخ من الشمس بالإضافة إلى سرعة دورانه وعظم جاذبية الشمس .. هو الذى يؤدى إلى هذا الاضطراب فى المجال والانحراف المشاهد فى مدار الكوكب ..

أما النبوءة الثانية فكانت أخطر من الأولى .. وأكثر إثارة للأوساط العلمية .. فقد كان معلوماً أن الضوء ينتشر فى خطوط مستقيمة .. وهكذا تعلمنا فى كتب الضوء الأولية التى درسناها فى المدارس ..

ولكن اينشتين كان له رأى آخر .. فما دام الضوء طاقة .. والطاقة مادة .. فلا بد أن يخضع الضوء لخواص المجال كما تخضع برادة الحديد فيسير فى خطوط منحنية حينما يقترب من جسم مثل جسم الشمس .. ذى مجال جاذبية قوى ..

فلو رصدنا نجماً يمر ضوءه بجوار الشمس لوجدنا أن الشعاع القادم

إلينا ينحرف إلى الداخل ناحية مجال الشمس ولرأينا الصورة بالتالى تنحرف إلى الخارج بزاوية معينة قدرها اينشتين ١٫٧٥ درجة ..

وكان رصد مثل هذا النجم يقتضى الانتظار حتى يأتى وقت الكسوف .. لتكون رؤيته إلى جوار الشمس ممكنة .

* * *

ولقد أسرع العلماء يبنون مراصدهم فى المناطق الاستوائية .. وعلى ذرى الجبال .. فى انتظار اللحظة الحاسمة التى يمتحنون فيها هذه النظرية الخرافية ..

فماذا كانت النتيجة ..

سجلت المراصد انحرافاً قدره ١٫٦٤ درجة .. أى قريباً جداً من نبوءة اينشتين ..

إذن اينشتين على صواب .. والضوء مادة .. والأشعة الضوئية لا تسير فى خطوط مستقيمة .. وإنما تنحنى وفقاً لخطوط المجال ..

هل هذا الرجل شيخ طريقة يعلم الغيب ويحسب حساب النجوم ويعرف مقدراتها دون أن يراها ؟..

هل هو رجل مكشوف عنه الحجاب ؟

وما هذا السر الذى وضع يده عليه .. وبدأ يفض به مكنونات الوجود ؟

ما حكاية « المجال » الذى يتكلم عنه .. وما مغناه ..

وما معنى النسيج الواحد من المكان والزمان ذى الأربعة أبعاد ..

وكيف يخلق الجسم مجالا حوله ..

اينشتين يشرح هذا الغموض قائلا .. إن أى جسم يوجد فى مكان وزمان .. فإنه يحدث تغييرات فى الخواص القياسية لهذا المكان والزمان .. فينحنى الفضاء حول هذا الجسم كما تنحنى خطوط القوى حول المغنطيس ..

وهذه التغييرات هى المجال .

وكل ذرة مادية تقع فى هذا المجال تعدل سيرها وفقاً له .. كما تتراص برادة الحديد وفقاً لخطوط المجال حول المغناطيس .

وعلى هذا الأساس تدور الأرض حول الشمس .. لا بسبب قوة جذب الشمس .. ولكن بسبب خصائص المجال الذى تخلقه الشمس حولها ..

الأرض لا تجد مسلكا تسير فيه سوى هذا المسلك الدائرى .

وكل الكواكب محكومة فى مسالكها بخطوط دائرية .. هى انحناءات المجال حول الأجسام الأكبر منها ..

الجاذبية ظاهرة أشبه بظاهرة القصور .. الأجسام قاصرة عن أن تتعدى مجالاتها المرسومة ..

ولا يجدى أن نقول إن الفضاء واسع .. فلماذا تأخذ الأجسام هذه المسارات الدائرية وتعجز عن الخروج منها ..

فالبحر واسع أيضاً .. ومع هذا حينما تتلقف دوامة حطام إحدى المراكب فإنها تظل تدور به فى مجالاتها لا تفلته .. ويعجز بدوره عن الخروج من قبضتها مع ان البحر واسع لا حدود لآفاقه ..

ونحن نرى الطائرات فى الجو تتجنب المطبات الهوائية .. والدوامات .. لأنها تفقد تحكمها إذا وقعت فى أسارها ..

ولا شك أن جانباً كبيراً من غموض المسألة سببه أن عيوننا لا ترى هذه الأشياء التى اسمها خطوط المجال .. إنما نحن نتتبعها عن طريق قياس أثرها ثم نحسب حسبتها فى ذهننا عن طريق المعادلات والرموز الرياضية ثم نبنى لها شكلا خيالياً فى عقلنا ..

أما حكاية المكان والزمان اللذان يؤلفان نسيجاً واحداً .. فهى مشكلة المشاكل فى النسبية .. فإننا بحكم حواسنا المحدودة لا نستطيع أن نرسم صورة أو شكلا لهذا الشىء ذا الأبعاد الأربعة ..

النهاية

فكرت طويلا فى حكاية البعد الرابع .. واعتقد أنى وجدت مثلا يقرب هذه الحكاية إلى الذهن .. هو مثل السينما المتحركة .. فالشريط السينمائى إذا أدرناه ببطء جداً لنعرض محتوياته على شكل لقطات منفصلة .. فإننا نراه صورة .. بصورة .. كل صورة ذات بعدين طولى وعرضى .. وإذا كانت اللقطات مجسمة فإننا نرى الصورة ذات ثلاثة أبعاد .. ولكننا نراها ساكنة لا حراك فيها .. حتى يدار الشريط بالسرعة المناسبة فنرى أن عقلنا قد أضاف بعداً رابعاً إلى الشريط هو الزمن .. فأصبحت اللقطات المنفصلة .. رواية متصلة .. ذات تتابع زمنى ..

هذا الالتحام بين الزمان والمكان ..

وهذه التكملة الحية التى يضيفها الزمن كبعد رابع للصورة فيجعلها صورة نابضة بالواقع والحقيقة .. هو الذى قصده اينشتين بالنسيج الواحد للفضاء .. ذلك النسيج ذو الأبعاد الأربعة الذى يؤلف المجال الهندسى للكون ..

وقد واجهت اينشتين مشكلة كبرى بعد إن حلل الكون إلى مكوناته الأساسية .. المكان .. والزمان .. والكتلة .. والمجال ..

هو أن يبنيه من جديد فى الصورة المعقولة التى نراه عليها .. ويعرفنا بشكله ككل .

هل هو نهائى محدود .. أم لانهائى لامحدود ..

هل هو مسطح كالبحر تسبح فيه مجموعات النجوم كالجزر ..

أم هو غائر كالبئر .. وهذه النجوم معلقة فى أعماقه ..

وكان الرأى القديم السائد .. أن الكون لانهائى .. ولا حدود له ..

وقد لجأ العلماء إلى هذا التخيل حينما اصطدموا بالسؤال المألوف ..

لو أن هذا الكون كانت له نهاية .. فماذا وراء هذه النهاية ؟!

وكانت نتيجة حيرتهم .. أن حاولوا التخلص من الإشكال كله برفض محدودية الكون .. واعتباره لانهائياً .. لا أول له ولا آخر ..

وكان هذا رأى نيوتن ..

وكان الرأى أيضاً أن الكون مسطح كالبحر لا شاطىء له ولا أفق ، وجزر النجوم اللانهائية سابحة فيه .. فى أعداد لا مبدأ لها ولا منتهى .

وكانت هذه نتيجة أخرى للإيمان بهندسة واحدة تفسر كل علاقات الكون هى هندسة أقيلدس ..

وهى الهندسة الكلاسيكية التى تعلمناها فى المدارس والتى تعتمد فى كل نظرياتها وتركيباتها على الخطوط المستقيمة .

ومن أوليات هذه الهندسة ..

إن الخطين المتوازيين لا يلتقيان ..

وإن أقصر المسافات بين نقطتين هى الخط المستقيم ..

وإن مجموع زوايا المثلث ٢ ق

وإن العلاقة بين محيط الدائرة وقطرها كمية ثابتة هى النسبة التقريبية ..

إلى آخر محفوظات كتب الهندسة التى نعرفها .

* * *

وكان رأى اينشتين أن هذه الهندسة تنطبق فى الأغراض المحدودة .. وأنها صالحة بالنسبة لمهندس يصمم عربة أو يبنى فيللا .. ولكنها هندسة قاصرة وخاطئة إذا حاولنا أن نفسر بها علاقات الكون الكبير .. أو حتى علاقات الكرة الأرضية ..

فإذا حاولنا أن نرسم على الكرة الأرضية مثلثاً خيالياً رأسه عند القطب الشمالى وقاعدته عند خط الاستواء .. فإن مجموع زوايا هذا المثلث ستكون أكبر من ٢ ق

ولو رسمنا دائرة واسعة فوق سطح الكرة الأرضية فإن العلاقة بين محيطها وقطرها تكون أقل من النسبة التقريبية ..

ولو حاولنا أن نبحث عن أقصر الخطوط بين لندن ونيويورك فسنجد أنه خط دائرى يصعد شمالا عبر ايسلندا ..

والسبب فى هذا الاختلال الهندسى .. أن سطح الأرض كروى .. والسطوح الكروية لا تنطبق فيها هندسة أقليدس ..

وقد كان رأى اينشتين أن الكون شأنه شأن الأرض .. لا تنطبق فيه هندسة أقليدس .. لأنه ليس نظاماً مسطحاً ..

ماذا يمكن أن يكون شكل الكون ؟

النظرية النسبية تعطينا مفتاحاً .. فهى تقول بأن كل جسم يوجد فى مكان وزمان يخلق حوله مجالا .. وأن الفضاء حول هذا الجسم يتحدب وينحنى بمقتضى خطوط هذا المجال ..

ومعنى هذا أن كل مادة توجد فى فضاء الكون تؤدى إلى انحناء فى سطح هذا الفضاء .. ومعنى هذا أننا لو استطعنا أن نعرف مقدار المادة الكلية فى فضاء الكون لأمكننا أن نعرف مقدار الانحناء فيه وشكل مجاله العام بمقتضى معادلات النسبية ..

ومن حسن الحظ أنه أمكن حساب متوسط كثافة المادة فى الكون كله .. وبمقتضى هذا الرقم أمكن معرفة أن الكون شكله كروى ..

وأن الفضاء فيه ينحنى ليؤلف شيئاً كفقاعة هائلة .. ومع ذلك فإنه ليس كرة بالمعنى المألوف .. لأن الكرة مجموعة أبعاد مكانية .. أما الكرة الكونية فهى من أبعاد أربعة .. من المكان والزمان .. وهى نهائية ولكنها غير محدودة .. بمعنى أنك لا يصح أن تسأل عما بعدها ..

وأينشتين يقول إنه لا يمكن لحواسنا أن تتخيلها ..

ونصف قطر الكون بهذا الحساب ٣٥ بليون سنة ضوئية ..

وكان ظن أينشتين فى البداية أن الكون فى مجموعه ثابت .. وأن أجزاءه هى التى تتحرك بالنسبة لبعضها البعض .. أما هو ككل فهو ساكن .

ولكن الأرصاد الآن تكاد تكون مجمعة على أن الكون يتضخم .. وأن ما فيه من نجوم وكواكب وشموس تنفجر فى أقطاره الأربعة متباعدة عن بعضها بسرعة هائلة .. وأن الفضاء ينتفخ كالبالون فتزداد مادته تخلخلا مع الزمن .. وأنه يبرد .. وتنطفىء نجومه وتفنى مادتها وتتحول إلى إشعاع يضيع فى خواء الكون الشاسع .. وبعد بلايين السنين تكون جميع النجوم قد انطفأت .. وتكون مواقد الحرارة جميعها قد خمدت .. فلا يعود هناك تبادل حرارة ولا أثر ضوء .. ولا يعود هناك زمن .. لأن دليلنا على اتجاه الزمن هو الحركة .. والطاقة .. وبدون حركة .. لا يوجد زمن .. لا شىء سوى صقيع وظلام ..

وهذه النظرية التى تقول باتجاه الكون إلى الفناء والنهاية .. تقضى بأن له بداية ..

وهناك نظرية أخرى تقول بتكرار ميلاد الكون وفنـــائه فى دورات .. وتزعم بأن الكون يتمدد ويبرد .. ثم يعود فينكمش ويسخن وتدب فيه الحياة من جديد .. وأن الكرة الكونية تنقبض وتنبسط وتنبض مثل القلب وتكرر دورات بعثها وفنائها إلى الأبد ..

وهناك نظرية ثالثة تقول بأن كل هذه الأشعة التى تتبعثر فى أرجاء الكون لا تضيع عبثاً وإنما هى تتفاعل مع بعضها لتنتج ذرات بدائية تتجمع فى أتربة دقيقة .. وتتطاير هذه الأتربة تحت ضغط الاشعاعات المنطلقة من المدن النجمية لترتحل إلى القطب الآخر من الدنيا حيث تتجمع فى سحب ترابية تزداد كثافتها سنة بعد سنة حتى تصبح كتلتها هائلة فتبدأ فى التقلص نتيجة ازدياد الجاذبية بين ذراتها ، وبتقلصها ترتفع درجة حرارتها وتتوهج ويدب فيها النشاط وتتحول إلى أنوية ملتهبة مثل السدم الجبارة .. وتبدأ تدور حول نفسها .. وتتفكك إلى مجاميع من النجوم وتبدأ كوناً جديداً .. فى الوقت الذى يكون فيه الكون الأصلى الذى صدرت عنه قد دب فيه الفناء وشاخ وانطفأ وتحول إلى صقيع وظلام ..

وتعود الإشعاعات المنطلقة من هذه الثريات الجديدة .. فتتجمع فى طرف الكون الآخر لتكون ذرات بدائية وسحباً ترابية .. الخ ..

وتستمر الدورة الأبدية ..

وأينشتين لم يحاول فى نظريته أن يجاوب على هذه الأسئلة .. وإنما تركها للفلاسفة ورجال الدين .. واكتفى بأن ينظر من بعيد فى رهبة ..

كان يدرك فى تواضع أن العلم عاجز عن رؤية البداية والنهاية .. قاصر عن فهم ماهية أى شىء ..

كل ما يستطيعه العلم هو أن يقيس كميات ويتعرف على العلاقات التى تربط هذه الكميات ويكتشف القوانين التى تجمعها معاً فى شمل واحد ..

وكان كل مطلبه أن يكتشف القوانين التى تفسر تحركات كل الأجرام السماوية فى مداراتها ..

وكان يعتقد بانسجام الوجود فى وحدة ..

وكان يرى أن عالم الذرة الصغير هو صورة من عالم الأفلاك الكبير .. وأنه منسجم معه فى سلك واحد من القوانين والدساتير الطبيعية ..

وكان يرى أن المغنطيسية الكهربية التى تمسك بالذرات والجزيئات .. لا تختلف كثيراً عن مجالات الجاذبية التى تمسك بالمدن النجمية والمجرات فى أفلاكها .

وكان يبحث عن مجال موحد يضم الاثنين .

وكان آخر ما قدمه للعلم سلسلة من المعادلات .. حاول فيها أن يضم قوانين الذرة إلى قوانين النسبية بحثاً عن هذا المجال ..

وقبل أن يموت لم ينس أن يوصى بمخه للبحوث العلمية ..

وكانت هذه آخر هدية قدمها إلى الدنيا ..

المراجع

ABC of Relativity—Russel

Relativity for the Layman—Coleman

The Universe and Dr. Einstein—Lincoln Barnett

Space time and gravitation—Eddington.

What is Relativity—Landau.

الزمان الوجودى — عبد الرحمن بدوى

النسبية الخاصة — الدكتور مصطفى مشرفة

فهرس

صدر للمؤلف

الله والإنسان

— إبليس

— لغز الموت

— الأحلام

— اعترفوا لي

المستحيل

— أكل عيش

— عنبر ٧

شلة الأنس

الزلزال

— الغابة

— اينشتين والنسبية

دار النهضة العربية
٣٢ شارع عبد الخالق ثروت

الثمن ٢٥

المطبعة العالمية ١١ ، ١٧ ش ضريح سعد القاهرة